

## 明 細 書

有機ＥＬ表示装置の製造装置およびそれを用いた有機ＥＬ表示装置の製造方法

## 技術分野

本発明は、有機ＥＬ表示装置の製造装置および有機ＥＬ表示装置の製造方法に関する。より詳細には、画素における無発光領域や無発光箇所（ダークスポットと称する場合がある。）の発生を抑制することができる有機ＥＬ表示装置を製造可能な製造装置、およびそのような有機ＥＬ表示装置の製造方法に関する。

なお、本願明細書の特許請求の範囲等に記載している「ＥＬ」は、「エレクトロルミネッセンス」を省略表記したものである。

## 背景技術

従来、有機ＥＬ表示装置において、大気中の水分による影響を排除して、長期駆動時の発光領域における無発光領域や無発光箇所等の発生を抑制するために、各種封止手段や防湿手段が検討されている。

そして、製造段階においても、大気に曝すことなく有機ＥＬ表示装置を製造することが検討されており、このような製造装置が、特開平８－１１１２８５号や、特開平１０－２１４６８２号や、特開平１０－３３５０６１号に開示されている。

例えば、特開平８－１１１２８５号に開示された有機ＥＬ表示装置の製造装置２５０は、図２０に示すように、一つの真空装置１１０に対し、複数の作業用真空室１１１～１１６がその周辺に接続しており、また、真空装置内には搬送用の可動アーム１０２が設けてあり、真空装置や作業用真空室が減圧状態のままで、基板１０４が移動できるように構成してある。

したがって、一つの真空装置を介しながら、各作業用真空室において、基板上に有機ＥＬ素子の各層を形成することができる。すなわち、成膜工程から、保護膜を形成するに至るまで、大気に曝すことなく、有機ＥＬ表示装置を製造することが可能となる。

また、特開平１０－２１４６８２号に開示された有機ＥＬ表示装置の製造装置３００は、図２１に示すように、独立した第１～第ｎの作業用真空室２２２ａ～

226aと、これらの作業用真空室に対し、それぞれゲートバルブ222d～226dを介して接続された第1～第nの搬送用真空室222～226と、を有している。また、各搬送用真空室222～226は、ゲートバルブ222c～227cを介して水平方向に接続されており、各搬送用真空室に設けられたロボットアーム222b～226bにより、搬入口である第1のドライボックス221から、搬出口である第2のドライボックス227まで基板等を移送することができるように構成してある。

したがって、各作業用真空室において、有機EL素子の各層を形成するとともに、搬送用真空室を介して、減圧状態のまま、各作業用真空室を順次に移動することができる。すなわち、成膜工程から、封止工程に至るまで、大気に曝すことなく、有機EL表示装置を製造することが可能となる。

また、特開平10-335061号に開示された有機EL表示装置の製造装置350は、図22に示すように、真空チャンバー315と、当該真空チャンバーに接続された真空装置307と、当該真空チャンバー内の有機EL素子309もしくは封止用部材312を搬送するための搬送押圧手段316と、有機EL素子309と封止用部材312との間の接着剤層313を硬化させるための硬化手段311と、を有している。

したがって、真空チャンバー315内で有機EL素子の各層を形成するとともに、予め真空チャンバー内に準備しておいた封止用部材312を、搬送押圧手段316により位置合わせした後、上方から押圧した状態で、さらに硬化手段（紫外線露光装置）311により、接着剤層313を硬化させることができる。すなわち、成膜工程から、封止工程に至るまで、大気に曝すことなく、減圧状態で、有機EL表示装置を製造することが可能となる。

しかしながら、特開平8-111285号に開示された有機EL表示装置の製造装置では、真空槽の周囲に、例えば、5つもの作業用真空室（蒸着室またはスパッタリング室）を設けてあり、製造装置が大型化するという問題が見られた。

また、ガラス基板に透明電極や有機膜等を形成した有機ELウェーハを脱水するためのユニットが設けられておらず、得られた有機EL表示装置において、有機発光媒体中の含水率を低下させることが困難であり、無発光領域としてのダークスポットが発生しやすいという問題が見られた。

さらに、有機ELウェーハに保護膜を形成した後に、大気に曝しているため、封止が不十分になりやすいという問題も見られた。

また、特開平10-214682号に開示された有機EL表示装置の製造装置では、第1～第nの作業用真空室と、第1～第nの搬送用真空室と、第1および第2のドライボックスとを含み、それらが水平方向に接続されているため、製造装置が著しく大型化するという問題が見られた。

また、かかる製造装置には、第1のドライボックスが設けられているものの、当該第1のドライボックスは、単に水分量が低くコントロールされた空間であり、加熱装置等は設けられていないために、基板等に含まれる水分を積極的に脱水することができなかった。

そのため、得られた有機EL表示装置において、有機発光媒体中の含水率を低下させることが困難であり、無発光領域としてのダークスポット等の発生を十分に抑制して、長期間にわたって高い発光輝度を得ることは未だ困難であった。

また、特開平10-335061号に開示された有機EL表示装置の製造装置についても、脱水工程は設けられておらず、基板等に含まれる水分を積極的に脱水する機能は有していなかった。そのため、得られた有機EL表示装置において、有機発光媒体中の含水率を低下させることが困難であり、無発光領域としてのダークスポット等の発生を十分に抑制して、長期間にわたって高い発光輝度を得ることは未だ困難であった。

一方、特開2000-133446号に開示された有機EL表示装置の製造装置400によれば、図23に示すように、ロード側収納室412、413と、ロード側常圧搬送室411と、ロード室421と、真空搬送室431と、複数の製膜室432～435と、アンロード室441と、アンロード側常圧搬送室451と、アンロード側収納室452、453と、気密作業室454とを含んで構成され、少なくともアンロード室441と、アンロード側常圧搬送室451とが、水分含有量100ppm以下の不活性ガス雰囲気であることを特徴とするとともに、ロード側収納室412、413において、基板および基板上の有機物質を加熱して、脱水することが好ましいことを開示している。

しかしながら、開示された有機EL表示装置の製造装置では、基板の搬入場所と、基板の加熱場所とを共用しているため、ロード側収納室を一旦加熱した場合、

ロード側収納室の温度が低下するまで、次の基板を搬入することができないという問題が見られた。また、同様に、基板の搬入場所と、基板の加熱場所とを共用しており、しかも、加熱後にロード側常圧搬送室が設けてあるため、ロード側収納室を減圧したり、冷却したり、あるいは精密天秤を設けることが困難であった。そのため、基板等を十分に脱水したり、あるいは、脱水工程に長時間かかるなどの問題が見られた。

そこで、ロード側収納室を複数設けることを提案しているが、加熱装置や精密天秤を含めて製造装置全体の規模が大きくなるという問題があり、また、複数のロード側収納室において加熱温度がばらつくために、得られる有機EL表示装置の性能がばらつくという問題が見られた。

さらに、開示された有機EL表示装置の製造装置では、基板の搬入場所と、基板の加熱場所とを共用しているため、逆に、基板の加熱場所と基板の洗浄装置とを共用することができず、製造装置全体の規模がますます大きくなったり、基板を加熱場所から、基板の洗浄装置へ移動する際に吸水してしまい、脱水効果が低下するなどの問題も見られた。

そこで、本発明の発明者らは、かかる問題をさらに鋭意検討したところ、基板の搬入場所とは別に、脱水ユニットを設け、支持基板等の脱水処理を加熱処理により積極的に行うことにより、有機発光媒体中の含水率を著しく低下させることができ、結果として、画素周囲における無発光領域としてのダークスポット等の発生を飛躍的に抑制できることを見出した。

すなわち、本発明の目的は、高温環境下で長時間駆動したとしても、ダークスポット等の発生が抑制できる有機EL表示装置が効率的に得られる有機EL表示装置の製造装置を提供することにある。

また、本発明の別の目的は、高温環境下で長時間駆動したとしても、ダークスポット等の発生が抑制できる有機EL表示装置が効率的に得られる有機EL表示装置の製造方法を提供することにある。

#### 発明の開示

[1] 本発明によれば、支持基板上に、少なくとも下部電極と、有機発光媒体と、上部電極とを有するとともに、周囲が封止用部材により封止された有機EL

表示装置を製造するための製造装置において、

支持基板を搬入するための第1のユニットと、

有機発光媒体の形成前に少なくとも支持基板を加熱して脱水処理を行うための第2のユニットと、

有機発光媒体および上部電極を形成するための第3のユニットと、

封止用部材により周囲を封止するための第4のユニットと、

を備えるとともに、

各ユニットの間に搬送装置が設けてある有機EL表示装置の製造装置が提供され、上述した問題点を解決することができる。

すなわち、このような製造装置によれば、基板の搬入場所とは別に、脱水処理を積極的に行う第2のユニットを含んで構成してあるため、有機EL表示装置の組み立て後の、有機発光媒体における含水率の調節が容易となり、耐久性に優れ、無発光領域としてのダークスポット等の発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を容易に得ることができる。

〔2〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造装置を構成するにあたり、第2のユニットと、第3のユニットとの間に、第1のユニットが設けてあることが好ましい。

このような製造装置によれば、第1のユニットを介して、第2のユニットと、第3のユニットとの間を基板等が繰り返し行き来することができるため、成膜と、脱水とを何度も繰り返すことができる。

また、このような製造装置によれば、第1のユニットが、第2のユニットにおける加熱の際や、第3のユニットにおける減圧の際のバッファーとしての役目を果たすこともできる。

〔3〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造装置を構成するにあたり、第2のユニットが、加熱室と、冷却室とから構成してあることが好ましい。

このように構成することにより、加熱室で減圧下に基板を加熱した場合であっても、冷却室において基板を迅速に冷却することができる。

〔４〕 また、本発明の有機ＥＬ表示装置の製造装置を構成するにあたり、第２のユニットに、不活性ガスの循環装置、減圧装置および冷却装置の少なくとも一つが設けてあることが好ましい。

このように構成することにより、加熱による脱水処理をしながら、不活性ガスを使用することができるため、実質的に大気に曝されない状態で、脱水処理をさらに効率的に実施することができる。

また、このように構成することにより、減圧状態において、加熱による脱水処理を実施することができるため、脱水処理をさらに効率的に実施することができる。

さらに、このように構成することにより、加熱による脱水処理後に、基板を容易に冷却することができるため、次工程に移送するまでの時間を著しく減少させることができる。なお、減圧状態において加熱による脱水処理を行った場合には、自然冷却が進まないために、かかる冷却装置は、特に有効な手段となる。

〔５〕 また、本発明の有機ＥＬ表示装置の製造装置を構成するにあたり、第１のユニットに、不活性ガスの循環装置、減圧装置および冷却装置の少なくとも一つが設けてあることが好ましい。

このように構成することにより、第１のユニットにおいても、不活性ガスを使用することが可能となり、基板等の搬送中や、冷却中に、大気に曝されることがなくなる。

また、このように構成することにより、第１のユニットを減圧状態とすることができるため、減圧状態の第３のユニットに基板等を搬送することが容易になる。

さらに、このように構成することにより、第２のユニットにおける加熱による脱水処理後に、第１のユニットにおいても基板を容易に冷却することができるため、次工程に移送するまでの時間を著しく減少させることができる。

〔６〕 また、本発明の有機ＥＬ表示装置の製造装置を構成するにあたり、第１のユニットに、第４のユニットが接続してあることが好ましい。

このように構成することにより、第１～第４のユニットを放射状に配置することができ、しかも第１の搬送装置と、第２の搬送装置とを共用することができる。

ため、製造装置をより小型化することができる。

〔7〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造装置を構成するにあたり、第2のユニットと、第4のユニットとを共用することが好ましい。

このように構成することにより、第1または第4のユニットのスペースを省略することができるため、製造装置をより小型化することができる。

〔8〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造装置を構成するにあたり、第3のユニットが、複数試料を同時蒸着または逐次蒸着するための複数の蒸着源を有する真空蒸着装置であることが好ましい。

このように構成することにより、有機EL素子の各層を、一定の真空状態を保持したまま形成することができるため、有機発光媒体における含水率の調整が容易となるばかりか、第3のユニットを複数の蒸着装置等から構成した場合と比較して、製造装置をより小型化することができる。

なお、均一な厚さを有する有機発光媒体等を得るためには、基板および複数の蒸着源が、それぞれ独自の回転運動をすることが好ましい。

〔9〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造装置を構成するにあたり、第3のユニットが、バッファ室と、真空蒸着装置と、スパッタ装置とを含むことが好ましい。

このように構成することにより、有機EL素子の各層を、使用材料の種類に対応させて、成膜方法を適宜選択することができる。

また、バッファ室を含んでいるため、当該バッファ室を介して、真空蒸着装置と、スパッタ装置との間を接続することができるため、それぞれにおける真空度等の調整が容易となる。

さらに、このバッファ室を利用することにより、複数の基板の入れ替えが可能となるため、真空蒸着装置およびスパッタ装置において、それぞれ別の基板を同時に処理することも容易となる。

〔10〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造装置を構成するにあたり、第

3のユニットが、さらにプラズマ洗浄装置を含むことが好ましい。

このように構成することにより、さらに精密で、耐久性に優れた有機EL表示装置とすることができる。

〔11〕 また、本発明の別の態様は、上述したいずれかの製造装置を用いた有機EL表示装置の製造方法であり、

第1のユニットに、支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を第2のユニットから第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止すること、  
を特徴としている。

このように実施することにより、有機EL表示装置の組み立て後の、有機発光媒体における含水率の調節が容易となり、ダークスポット等の発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を効率的に得ることができる。

〔12〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造方法を実施するにあたり、第2のユニットが、加熱室と、冷却室とを含んでなり、当該加熱室において、支持基板を加熱して脱水処理を行うとともに、当該冷却室において、脱水処理した支持基板を冷却することが好ましい。

このように実施することにより、第2のユニットの加熱室において、減圧下に加熱脱水処理したとしても、第2のユニットの冷却室において、容易に冷却することができるため、製造時間を短縮することができる。

〔13〕 また、本発明のさらに別の態様は、上述した製造装置を用いた有機E



L表示装置の製造方法であり、

第1のユニットに支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を、第2のユニットから第1のユニットを介して、第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止すること、

が好ましい。

このように支持基板を搬入場所と、脱水場所が異なる製造装置を用いているため、製造時間を短縮することができるとともに、製造装置の配置の自由度が向上し、さらには、有機発光媒体における含水率の調節が容易となる。

[14] また、本発明のさらに別の態様は、上述した製造装置を用いた有機EL表示装置の製造方法であり、

第1のユニットに支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を第2のユニットから第1のユニットを介して、第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第1のユニットを介して、第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止すること、

を特徴としている。

このように実施することにより、製造時間を短縮することができるとともに、

製造装置の配置の自由度が向上し、さらには、有機発光媒体における含水率の調節が容易となる。

〔15〕 また、本発明のさらに別の態様は、上述した製造装置を用いた有機EL表示装置の製造方法であり、

第1のユニットに支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を第2のユニットから第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第1のユニットを介して、第2のユニットと共用の第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止すること、  
を特徴としている。

このように実施することにより、製造時間を短縮することができるとともに、製造装置の配置の自由度が向上し、さらには、有機発光媒体における含水率の調節が容易となる。

〔16〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造方法を実施するにあたり、第2のユニットにおいて脱水処理された支持基板を、第1のユニットに移送して冷却した後、第3のユニットに移送することが好ましい。

このように第1のユニットにおいて冷却することにより、第2のユニットにおいて減圧状態で脱水処理を行ったとしても、支持基板を効率的に冷却することができ、第3のユニットへ移送するまでの時間を短縮することができる。

また、第1のユニットで脱水処理した基板を冷却することにより、第2のユニットにおいては、同時に別の基板を脱水処理することができるため、製造効率を高めることもできる。

〔17〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造方法を実施するにあたり、第3のユニットにより、有機発光媒体を形成した後、有機発光媒体が形成された支持基板を第2のユニットに移送して脱水処理した後、再び第3のユニットに移送して、上部電極を形成することが好ましい。

このように実施することにより、有機EL表示装置の組み立て後の、有機発光媒体における含水率の調節がさらに容易となり、ダークスポット等の発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を効率的に得ることができる。

〔18〕 また、本発明の有機EL表示装置の製造方法を実施するにあたり、封止用部材により封止した後の有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下の値とすることが好ましい。

このように実施することにより、室温のみならず、高温（例えば80℃）の放置条件においても、ダークスポット等の発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を効率的に得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

- 図1 有機EL表示装置の製造装置を示す図である（その1）。
- 図2 有機EL表示装置の製造装置を示す図である（その2）。
- 図3 有機EL表示装置の製造装置を示す図である（その3）。
- 図4 有機EL表示装置の断面図である（その1）。
- 図5 有機EL表示装置の断面図である（その2）。
- 図6 有機EL表示装置の断面図である（その3）。
- 図7 有機EL表示装置の断面図である（その4）。
- 図8 有機EL表示装置の断面図である（その5）。
- 図9 有機EL表示装置の断面図である（その6）。
- 図10 第1のユニットの概略図である。
- 図11 第2のユニットの概略図である。
- 図12 第3のユニットの概略図である（その1）。
- 図13 第3のユニットの概略図である（その2）。

- 図14 第3のユニットの概略図である（その3）。
- 図15 第4のユニットの概略図である。
- 図16 第2の実施形態の有機EL表示装置の製造装置を示す図である。
- 図17 有機発光媒体の含水率と、発光面積比との関係を示す図である。
- 図18 全自動水分吸脱着測定装置の説明に供する図である。
- 図19 図18に示す全自動水分吸脱着測定装置により測定した水分測定チャートである。
- 図20 従来の有機EL表示装置の製造装置を示す図である（その1）。
- 図21 従来の有機EL表示装置の製造装置を示す図である（その2）。
- 図22 従来の有機EL表示装置の製造装置を示す図である（その3）。
- 図23 従来の有機EL表示装置の製造装置を示す図である（その4）。

#### 発明を実施するための最良の実施形態

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について具体的に説明する。なお、参照する図面は、この発明が理解できる程度に、製造装置の大きさ、形状および配置関係を概略的に示してあるに過ぎない。したがって、この発明は図示例にのみ限定されるものではない。また、図面では、断面を表すハッチングを省略する場合がある。

##### [第1の実施形態]

第1の実施形態における有機EL表示装置の製造装置100は、図1にその概略を示すように、

支持基板を搬入するための第1のユニット21と、

有機発光媒体の形成前に少なくとも支持基板を加熱して脱水処理を行うための第2のユニット23と、

有機発光媒体および上部電極を形成するための第3のユニット22と、

封止用部材により周囲を封止するための第4のユニット24と、

を備え、

第2のユニット23と第3のユニット22との間に、第1のユニット21が設けてあり、かつ、当該第1のユニット21に第1の搬送装置25が設けてあると

ともに、第3のユニット22と第4のユニットとの間に、第2の搬送装置27が設けてある。なお、第1の搬送装置25および第2の搬送装置27は、それぞれ構成を図示せず、移動方向のみを矢印で表している。

以下、図1を適宜参照しながら、第1の実施形態における製造装置100の構成や、その動作、あるいはこの製造装置100により得られる有機EL表示装置等について説明する。

## 1. 第1のユニット

### ①機能および構成

図1に示す第1のユニット21は、支持基板等の搬入口であるとともに、第2のユニット23や、第3のユニット22に対する仲介スペースである。そのため、仕切り板26を介して、それぞれ第2のユニット23や、第3のユニット22に接続されている。

したがって、第1のユニット21は、図10に独立して示すように、例えば、ハウジング42と、基板ステージ43と、冷却装置48と、ホットプレート44と、支持台47と、ドライガス循環装置35、36と、真空ポンプ40と、露点計45と、全自動水分吸脱着測定装置46とを具備していることが好ましい。

また、図10中、矢印25で示す方向に、往復運動可能な可動アーム等の搬送装置（図示せず。）が設けてあることが好ましい。

これらの構成部材のうち、ハウジング42は、少なくとも支持基板1等と、基板ステージ43とを収容するための部材である。

また、ホットプレート44および冷却装置48は、基板ステージ43の下部に設けてあり、支持基板1等の温度を調節（加熱または冷却）して、第2のユニット23で加熱された基板等を冷却できるように構成してある。

また、ドライガス循環装置35、36は、露点計45により露点を調節しながら、不活性ガスを導入して、大気との接触を防止するために設けられている。

さらに、露点計45や、全自動水分吸脱着測定装置46は、第1のユニット21において、発光媒体における含水率を測定する場合があるために設けられている。

なお、第1のユニット21は、第4のユニット24において封止して得られた

有機EL表示装置を搬出するための搬出口とすることもできる。すなわち、図1に示す製造装置の場合には、第4のユニット24における封止工程後の有機EL表示装置を、第4のユニット24から外部に取り出すこともできるが、第3のユニット22を介して第1のユニット21に移送し、そこから外部に取り出すこともできる。

ここで、第1のユニットの体積を、第3のユニットにおける体積の $1/2 \sim 1/10$ の範囲内とすることが好ましく、 $1/3 \sim 1/5$ の範囲内とすることがより好ましい。

この理由は、かかる第1のユニットの体積が、第3のユニットにおける体積の $1/2$ よりも大きくなると、大気圧状態の第1のユニットから、低圧状態の第3のユニットに基板等を移送する際に、第1のユニットの真空度を低下させるのに時間が過度にかかる場合があるためである。

一方、かかる第1のユニットの体積が、第3のユニットにおける体積の $1/10$ よりも小さくなると、処理可能な基板の大きさが過度に制限される場合があるためである。

## ②配置

第1の実施形態において、第1のユニット21を、図1～図3に示すように、第2のユニット23と第3のユニット22との間に配置することを特徴としている。

このような配置を行う第1の理由は、第1のユニット21を介して、第2のユニット23と、第3のユニット22との間を、基板等が行き来できるようにするためである。すなわち、第1のユニット21を介して、第2のユニット23における脱水処理、および第3のユニット22における成膜を、繰り返し、何度も実施するようにするためである。

例えば、第2のユニット23において、下部電極が設けられた基板に対して所定の脱水処理をした後、第2のユニット23から、第1のユニット21を介して、第3のユニット22に移送し、正孔注入層を形成する。次いで、第1のユニット21を介して、正孔注入層が形成された基板を第3のユニット22から第2のユニットに再度移送し、所定の脱水処理を施し、正孔注入層の含水率を所定以下の

値にする。そして、このような操作を繰り返し、有機発光層の形成および脱水、電子注入層の形成および脱水、上部電極の形成および脱水等を行い、封止前に、含水率を極めて低い値に調節することができる。

また、この配置を行う第2の理由は、複数の基板に対して、第1のユニット21を介して、同時または連続的に脱水処理および成膜を実施することが可能となるためである。

例えば、第1のユニット21に、第1および第2の搬送装置25、27を設けるとともに、それぞれに処理する第1の基板および第2の基板を載置しておく。次いで、第1の搬送装置25により、第1の基板のみを第2のユニット23に移送し、所定の脱水処理を行う。そして、脱水処理した第1の基板を第1の搬送装置25により、第1のユニット21を介して、第2のユニット23から第3のユニット22に移送するとともに、同時に、第2の搬送装置27に載置しておいた第2の基板について、第1のユニット21から第2のユニット23に移送する。そして、第3のユニット22において、第1の基板上に成膜するとともに、同時に、第2のユニット23において、第2の基板を脱水処理することができる。

また、このような配置を行う第3の理由は、搬送装置の数を減少させることができるためである。すなわち、第1のユニット21に搬送装置25を少なくとも一つ設けてあれば、当該搬送装置25を用いて、第2のユニット23と第3のユニット22との間で、基板等を移送することができるためである。

よって、第1～第3のユニット21、23、22をこのように配置することにより、製造装置の小型化も図ることができる。

また、このような配置を行う第4の理由は、第2のユニット23と第3のユニット22とが相互に干渉しない状態にできるということである。

すなわち、第2のユニット23と第3のユニット22とが直接的に接続されていると、第2のユニット23で外部に排気されるべき水分や低分子量物が、第3のユニット22内に侵入するおそれがあり、また、外部に放出されるべき熱が、第3のユニット22内に伝熱される場合があるためである。

よって、第2のユニット23と第3のユニット22との間に、第1のユニット21を配置することにより、このような問題を解決することができるものである。

### ③搬送装置

また、図1～図3に示す矢印で移動方向を示すとともに、図2に搬送装置の一例を示すが、かかる搬送装置25は、基板を固定（把持）することができるとともに、位置の移動を可能とする装置であることが好ましい。したがって、把持部と、伸縮部とを有する可動アーム、ロボットアーム、可動レール、回転板等が挙げられる。

また、搬送装置25、27の数についても特に制限されるものではないが、1～5個の範囲内の値とすることが好ましく、1～3個の範囲内の値とすることがより好ましい。この理由は、搬送装置数が多いほど、処理可能な基板数を多くすることができるが、製造装置が大型化したり、処理可能な基板の大きさが制限される場合があるためである。

また、製造装置の構成によるが、図2に示すように第1のユニット21と、第4のユニット24とが直接接続してある場合や、図3に示すように第2のユニット23と、第4のユニット24とを共用する場合には、第1の搬送装置25と、第2の搬送装置27とについても、スペースの関係上、共用することも好ましい。このように構成することにより、製造装置をより小型化することができるとともに、搬送装置の操作を簡略化することができる。

## 2. 第2のユニット

図1～図3に示す第2のユニット23は、基板や有機発光媒体等を脱水処理するための脱水ユニット（脱水装置）である。

この第2のユニットは、例えば、図11に独立して示すように、ハウジング32と、基板ステージ33と、冷却装置38と、ホットプレート34と、支持台37と、ドライガス循環装置35、36と、真空ポンプ30と、露点計45と、全自動水分吸脱着測定装置46と、プラズマ洗浄装置39とを具備していることが好ましい。

これらの構成部材のうち、ハウジング32は、少なくとも脱水する支持基板1等と、基板ステージ37と、脱水装置とを収容するための部材である。

また、ホットプレート34および冷却装置38は、基板ステージ33の下部に設けてあり、支持基板1等の温度を調節（加熱または冷却）して、露点の調節を



含めて脱水するための脱水装置を構成している。なお、さらに短時間で加熱することができることから、ホットプレート34の代りに、あるいは、ホットプレートとともに、赤外線ランプを設けることも好ましい。

また、ドライガス循環装置35、36は、露点計45により露点を調節しながら、不活性ガスを導入して脱水するために設けられている。したがって、脱水工程においても、基板等が大気に曝されることがなくなる。

また、露点計45や、全自動水分吸脱着測定装置46は、それぞれ発光媒体における含水率を測定するために設けられている。

さらに、プラズマ洗浄装置39は、基板表面に付着した不純物やほこりを取り除き、安定した有機EL発光を得るために設けられている。

したがって、ハウジング内の基板ステージに固定された支持基板等に対して、ドライガス循環装置を用いて、不活性ガスを、例えば、流量10リットル/分の条件で吹き付け、露点計により露点が $-10^{\circ}\text{C}$ 以下の値となるのを確認しながら、所定時間脱水処理を行うことが好ましい。

また、不活性ガスの導入と同時あるいは別時に、基板ステージの下部に設けてあるホットプレート等の加熱装置あるいは冷却装置を用いて、支持基板を所定温度、例えば $40^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ の範囲内の値に制御して、より好ましくは $50^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲内の値に制御して、さらに好ましくは $80^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ の範囲内の値に制御して、1～120分間の時間で脱水処理を行うことが好ましい。特に、層間絶縁膜等の有機膜が基板上に予め形成してある場合には、かかる有機膜が熱劣化しないように、 $40\sim 80^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲で加熱することが好ましい。

また、不活性ガスの導入と同時あるいは別時に、真空ポンプを用いて、ハウジング内の真空度を、例えば、 $13.3\text{Pa}$  ( $0.1\text{Torr}$ ) 以下の値、より好ましくは、 $0.00133\text{Pa}$  ( $0.00001\text{Torr}$ ) 以下の値に調節することも好ましい。

さらに、プラズマ洗浄する際には、プラズマガスとして、アルゴン/酸素を用いた場合、それぞれの流量を $20\sim 1,000\text{sccm}/10\sim 500\text{sccm}$ の範囲内の値とすることが好ましく、圧力については、 $0.1\sim 10\text{Pa}$ の範囲内の値とすることが好ましい。また、プラズマ洗浄の際の高周波(RF)の周波

数を13.56MHzとするとともに、出力を10～200Wの範囲内の値とすることが好ましく、洗浄時間については、1～60分の範囲内の値とすることが好ましい。

また、脱水ユニットに設けられた全自動水分吸脱着測定装置を用いて、有機発光媒体中の含水率を測定することができるように構成してある。すなわち、有機発光媒体中の含水率を測定する場合には、支持基板から有機発光媒体の一部を採取し、上述した重量Aおよび重量Bを測定することにより、算出することができる。なお、有機発光媒体の採取は、手動または、搬送装置を用いて自動に行うことができる。

ここで、全自動水分吸脱着測定装置の概要について、図18および図19を参照して説明する。

図18に示す全自動水分吸脱着測定装置51は、装置の一例であるが、循環部Aと、水分測定部Bとから構成してあり、図面上点線でそれぞれ区分してある。

そして、循環部Aは、ガス貯蔵部68と、このガス貯蔵部68から二股に分かれて設けられたドライガス循環装置67および湿潤ガス循環装置66と、これらの循環装置66、67と、水分測定部Bとを連結する循環路61とから構成されている。なお、これらの循環装置66、67は、水分測定部Bに含まれる制御室65によって、遠隔的に制御してある。

一方、水分測定部Bは、制御室65と、天秤室62と、比較試料室（比較試料皿含む。）64と、ドライボックス56と、オイルバス52等から構成されている。また、ドライボックス56の周囲には、加熱装置57が設けてあり、さらにドライボックス56内において、測定試料を載置するための天秤53の近傍に、ドライボックス56内の温度をモニターするための温度センサー54と、湿度をモニターするための湿度センサー55とがそれぞれ設けてある。

このように構成された全自動水分吸脱着測定装置51によれば、循環部Aから供給されたドライガスを、オイルバス52を通過させることにより温度又は湿度を一定にした後、このドライガスを注入口58を介してドライボックス56内に導入するとともに、加熱装置57により、ドライボックス56内の湿度および温度を一定に保持することができる。そして、このような状態で、精密天秤63を用いて、比較試料室64内の比較試料（リファレンス）と対比しながら、天秤5

3に載置されたガラス基板等の測定試料の重量を、制御室65において測定することが可能である。

また、図19に重量を測定して得られた測定チャートを示すが、横軸に経過時間(分)を採って示してあり、縦軸に、試料の重量(g)を採って示してある。この試料の測定例では、重量Aが、554.440mgであり、重量Bが、554.300mgとなる。ただし、この例ではドライボックス56内の湿度を0%に制御してある。

なお、重量Aおよび重量Bは、このように全自動水分吸脱着測定装置に設けられた精密天秤を用いて測定することが好ましいが、その他に、ASTM D570-63による方法や、熱分析(示差熱分析DTA, 示差走査熱量測定DSC)またはカールフィッシャー法によっても含水率を測定することができる。

### 3. 第3のユニット

第3のユニット22は、支持基板等の表面に、有機発光媒体や、上部電極等を積層するための成膜ユニットである。

したがって、図14に独立して示すように、少なくとも1つの蒸着装置60、61、スパッタリング装置62、イオンプレーティング装置、電子ビーム蒸着装置、CVD装置(Chemical Vapor Deposition)、MOCVD装置(Metal Oxide Chemical Vapor Deposition)、プラズマCVD装置(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)等を具備することが好ましい。

#### ①同時蒸着可能な蒸着装置

また、第3のユニット22は、複数試料を同時または逐次に蒸着可能な蒸着装置であることが好ましい。

すなわち、図12および図13に示すような真空蒸着装置201を用い、基板203に対向して配置した複数の蒸着源212A~212Fから、複数の蒸着材料(複数試料)を同時または逐次に蒸発させて成膜を行うことが好ましい。

また、このような真空蒸着装置201を用い、基板203に、当該基板203を自転させるための回転軸線213Aを設定し、蒸着源212A~212Fをそれぞれ基板203の回転軸線213Aから離れた位置に配設し、基板203を自

転させながら蒸着を行うことが好ましい。

ここで、図12および図13に示す真空蒸着装置201をより詳細に説明すると、真空槽210と、この真空槽210内の上部に設置された、基板203を固定するための基板ホルダ211と、この基板ホルダ211の下方に対向配置された、蒸着材料を充填するための複数（6個）の蒸着源212A～212Fとを含んで構成されている。

この真空槽210は、排気手段（図示せず。）により、内部を所定の減圧状態に維持できるようになっている。なお、蒸着源の数は、図面上6つ示されているが、これに限定されるものではなく、5つ以下であってもよく、あるいは7つ以上であってもよい。

また、基板ホルダ211は、基板203の周縁部を支持する保持部215を備え、真空槽210内で、基板203を水平に保持するように構成されている。

この基板ホルダ211の上面の中央部分には、基板203を回転（自転）させるための回転軸部213が垂直方向に立設されている。また、この回転軸部213には、回転駆動手段であるモータ214が接続され、モータ214の回転動作により、基板ホルダ211に保持された基板203が、当該基板ホルダ211とともに回転軸部213を回転中心として自転するようになっている。

すなわち、基板203の中心には、回転軸部213による回転軸線213Aが垂直方向に設定されている。

また、この蒸着装置において、基板203の形状は特に限定されないが、例えば、図12および図13に示すように、基板203が短形平板状である場合、この基板203の回転軸線213Aを中心とする仮想円221の円周上に沿って複数の蒸着源212A～212Fを配設し、仮想円221の半径をM、基板203の一辺の長さをLとしたときに、 $M > (1/2) \times L$ を満足することが望ましい。なお、基板203の辺の長さがそれぞれ同一でなく、異なる場合には、最も長い辺の長さをLとする。

このように構成することにより、複数の蒸着源212A～212Fから、基板203に対する蒸着材料の入射角度を互いに同一にできるので、蒸着材料の組成比をより容易に制御することができる。

また、このように構成することにより、蒸着材料が、基板203に対して一定

の入射角度を以て蒸着されるため、垂直に入射することがなくなり、膜面内における組成比の均一性を一層向上させることができる。

また、この蒸着装置において、図12に示すように、複数の蒸着源212A～212Fを、基板203の回転軸線213Aを中心とする仮想円221の円周上に配設し、複数の蒸着源212A～212Fの配設数（個数）をnとしたときに、各蒸着源212A～212Fを、仮想円221の中心から $360^\circ / n$ の角度で配設することが好ましい。

例えば、蒸着源212を6個配設する場合には、仮想円221の中心から $60^\circ$ の角度で配設することが好適である。

このように配置すると、基板203の各部分に対して、複数の蒸着材料を順次重ねるように成膜できるので、膜の厚さ方向において、組成比が規則的に異なる薄膜層を容易に成膜することができる。

## ②蒸着装置およびスパッタ装置の共用装置

また、第3のユニットが、図14に示すように、蒸着装置60、61およびスパッタリング装置62の共用装置22であることが好ましい。

このように構成することにより、有機EL素子の各層を、使用材料の種類に対応させて、成膜方法を適宜選択することができる。例えば、有機材料については蒸着装置60、61を用いて成膜することが好ましく、無機材料については、スパッタリング装置62を用いて成膜することが好ましい。

また、第3のユニットが共用装置の場合には、図14に示すように、バッファ室64を設けるとともに、このバッファ室64を介して、蒸着装置60、61、スパッタリング装置62、あるいはプラズマ洗浄装置63を接続部材65により、接続することが好ましい。このようにバッファ室64を設けることにより、基板を各蒸着装置等に搬入した場合であっても、バッファ室64の真空度を調節しておくことにより、各蒸着装置等における真空度の低下を防止することができる。

また、このようにバッファ室64を設けることにより、所望の有機EL表示装置に対応して、成膜することができる。すなわち、ある基板に対しては、プラズマ洗浄装置63、蒸着装置60、61、スパッタリング装置62と順次に処理することもできるし、また別の基板に対しては、プラズマ洗浄装置63、蒸着装置

60、スパッタリング装置62と部分的に処理することもできる。

なお、図14中に、パファー室64の中心位置Eから、矢印A～DおよびFで基板の各進行方向を示すが、搬送装置（図示せず。）を用いて、例えば、蒸着装置60、61を使用する場合には、基板を矢印AまたはBの方向に移送すれば良い。

### ③プラズマ洗浄装置

また、第3のユニットには、図14に示すように、プラズマ洗浄装置63を設けてあることが好ましい。

このようなプラズマ洗浄装置63を使用することにより、第2のユニット23において、脱水処理された基板等の表面をさらに効果的に洗浄することができる。したがって、より精密で、耐久性に優れた有機EL表示装置を製造することができる。

また、プラズマ洗浄装置63によるプラズマ洗浄条件についても、特に制限されるものではないが、例えば、プラズマガスとして、アルゴン／酸素を用いた場合、それぞれの流量を20～1,000 sccm／10～500 sccmの範囲内の値とすることが好ましい。また、プラズマ洗浄の際の圧力については、0.1～10 Paの範囲内の値とすることが好ましい。さらに、プラズマ洗浄の際の高周波（RF）の周波数を13.56 MHzとした場合、出力を10～200 Wの範囲内の値とすることが好ましい。そして、このようなプラズマ洗浄条件において、洗浄時間を1～60分の範囲内の値とすることが好ましい。

この理由は、かかるプラズマ洗浄条件であれば、ITO等の透明電極表面を過度に損傷することなく、表面に付着した有機物質等の汚染物質を効果的に除去することができるためである。また、かかるプラズマ洗浄条件であれば、透明電極表面を最適な状態に改質することができ、正孔注入性を増加させることができるためである。

なお、プラズマ洗浄装置63を用いる場合、当該プラズマ洗浄装置63により、成膜前に基板を洗浄することが好ましいが、成膜後に、低分子量物等を除去する目的で、同装置を用いて、プラズマ処理することも好ましい。

#### ④精密天秤

また、成膜後の有機発光媒体の含水率（W）を、後述する理由から0.05重量％以下の値とするため、精密天秤、例えば精密天秤を備えた全自動水分吸脱着測定装置を設けることが好ましい。

ただし、有機発光媒体の周囲に、層間絶縁膜、平坦化層、蛍光媒体、カラーフィルタ等の有機膜が存在し、有機発光媒体とそれ以外の有機膜とを区別するのが困難な場合がある。その場合には、有機発光媒体以外の有機膜を一部含んだ混合物として重量を測定し、それから得られる値を有機発光媒体の含水率としても良い。なんとならば、このような混合物の含水率を0.05重量％以下の値とすることによっても、発光面積比の低下を効率的に図ることができることが別途判明しているためである。すなわち、このようにして測定された含水率としての水分は、例えば、層間絶縁膜等の有機発光媒体以外の有機膜に局在することなく拡散し、有機発光媒体に侵入して、平衡状態に達するとともに、有機発光媒体又は対向電極を酸化劣化させると考えられる。したがって、例えば、有機発光媒体と、層間絶縁膜等の混合物を採取した場合であっても、当該有機発光媒体の含水率が0.05重量％以下であると考えられる。

よって、有機発光媒体の周囲に、例えば層間絶縁膜が設けてある場合には、有機発光媒体および層間絶縁膜を任意に混合物として採取し、それらについての重量Aおよび重量Bを測定して、それから算出した含水率を0.05重量％以下の値とすれば良い。

ただし、有機EL表示装置の構成にもよるが、有機発光媒体を採取することなく有機発光媒体の含水率、あるいは有機発光媒体を含む有機膜の含水率をおおまかに把握することもできる。

すなわち、支持基板等を含めた状態で有機発光媒体の乾燥前の重量C、および乾燥後の重量Dを、全自動水分吸脱着測定装置等を用いて測定するとともに、予め全自動水分吸脱着測定装置を用いて測定しておいた有機発光媒体以外の支持基板等の重量E、あるいは有機発光媒体を含む有機膜以外の支持基板等の重量Eを加味して、下式から、有機発光媒体、あるいは有機発光媒体を含む有機膜の含水率（W）を推定することができる。

$$W = \left[ \left( \text{重量C} - \text{重量D} \right) / \left( \text{重量D} - \text{重量E} \right) \right] \times 100$$

#### 4. 第4のユニット

第4のユニット24は、有機EL素子内部への水分侵入を防止するために、第3のユニット22の終了時点で得られた有機EL素子の周囲を、封止用部材により被覆する封止ユニット（封止装置）である。

この第4のユニット24は、例えば、図15に独立して示すように、ハウジング52と、基板ステージ55と、ホットプレート54と、押圧装置53と、接着剤硬化用露光装置51と、ドライガス循環装置35、36と、真空ポンプ50と、露点計45と、全自動水分吸脱着測定装置46とを具備していることが好ましい。

すなわち、ドライガス循環装置35、36を用いて、ハウジング52内に窒素やアルゴン等のドライガスを十分に循環させたのち、その状態で、封止用部材58を、有機EL素子59の周囲を覆うように被せて、さらにその周囲を接着剤57、例えば、ラジカル硬化型の接着剤、カチオン硬化型の接着剤、熱硬化型接着剤、あるいは湿気硬化型の接着剤等によりシールすることが好ましい。

また、接着剤57を硬化させる際に、位置ずれが生じないように、押圧部材53を用いて、 $9.8 \times 10^4 \text{ Pa} \sim 4.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ の押圧力で、加圧することが好ましい。

その他、接着剤57と、封止用部材58との界面から水分が侵入しないように、これらの接着剤57中に、シランカップリング剤、例えば、 $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシランや、 $\gamma$ -グリシドキシプロピルトリエトキシシラン等を、全体量に対して、0.1～5重量%の範囲内で添加することが好ましい。

また、封止用部材58の構成材料としては、内部への水分侵入を有効に防止するために、支持基板と同種の材料、例えば、ソーダガラスや石英を用いることが好ましい。そして、封止用部材58の厚さを0.1～1mmの範囲内の値とすることが好ましい。

また、外部から有機EL素子59までの沿面距離を長くするために、基板に溝部（図示せず。）を設けて、それに接着剤57を充填した後、封止用部材58を圧接して、固定することが好ましい。

#### 5. 接続部



第1のユニットと、第2のユニットとの間、第1のユニットと、第3のユニットとの間、および第2のユニットと、第3のユニットとの間には、それぞれ接続部26が設けてあり、ゲートバルブやシャッター機構（仕切り板）等から構成してあることが好ましい。

そして、これらの接続部26は、第1および第2の搬送装置（図示せず。）の動作と同期していることが好ましい。

例えば、大気圧状態の第1のユニットから、大気圧状態の第2のユニットに基板を移送する場合には、第1の搬送装置は基板を把持した上で、第2のユニット方向に進行し、それと同期して、第1のユニットと、第2のユニットとの間の接続部が開く。したがって、第1の搬送装置は、接続部を通過して、第2のユニットに到達後、基板の把持を中止し、第2のユニットにおける所定場所に基板を載置することができる。

また、大気圧状態の第1のユニットから、低圧状態の第2のユニットに基板を移送する場合には、まず、大気圧状態の第1のユニットと、低圧状態の第2のユニットとの間の接続部が開くとともに、第1の搬送装置が第1のユニットから第2のユニットに進行して、基板を把持する。

次いで、第1の搬送装置が、基板を把持した状態で、第1のユニットから第2のユニット方向に進行して、そこで止まる。次いで、第1のユニットと、第2のユニットとの間の接続部が閉まるとともに、第1のユニットの真空ポンプが作動する。そして、第1のユニットの真空度が、第3のユニットの真空度と同一となった時点で、第1のユニットと、第3のユニットとの間の接続部が開くとともに、再び、第1の搬送装置が、基板を把持した状態で、低圧状態の第1のユニットから低圧状態の第3のユニット方向に進行する。よって、第1の搬送装置は、第3のユニットに到達後、基板の把持を中止し、第3のユニットにおける所定場所に基板を載置することができる。

## 6. 有機EL表示装置

第1の実施形態の製造装置により得られる有機EL表示装置は、以下のような構成を有していることが好ましい。

### (1) 支持基板

有機EL表示装置における支持基板（以下、基板と称する場合がある。）は、有機EL素子や、TFT等を支持するための部材であり、そのため機械的強度や、寸法安定性に優れていることが好ましい。

このような基板としては、具体的には、ガラス板、金属板、セラミックス板、あるいはプラスチック板（ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂等）等を挙げることができる。

また、これらの材料からなる基板は、有機EL表示装置内への水分の侵入を避けるために、さらに無機膜を形成したり、フッ素樹脂を塗布することにより、防湿処理や疎水性処理を施してあることが好ましい。

特に、有機発光媒体への水分の侵入を避けるために、基板における含水率およびガス透過係数を小さくすることが好ましい。具体的に、支持基板の含水率を0.0001重量%以下の値およびガス透過係数を $1 \times 10^{-13} \text{ cc} \cdot \text{cm} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{cmHg}$ 以下の値とすることがそれぞれ好ましい。

なお、第1の実施形態では、基板と反対側、すなわち、上部電極側からEL発光を取り出すため、基板は必ずしも透明性を有する必要はない。

### (2) 有機発光媒体

有機発光媒体は、電子と正孔とが再結合して、EL発光が可能な有機発光層を含む媒体と定義することができる。かかる有機発光媒体は、例えば、下部電極上に、以下の各層を積層して構成することができる。

- ①有機発光層
- ②正孔注入層／有機発光層
- ③有機発光層／電子注入層
- ④正孔注入層／有機発光層／電子注入層
- ⑤有機半導体層／有機発光層
- ⑥有機半導体層／電子障壁層／有機発光層
- ⑦正孔注入層／有機発光層／付着改善層

これらの中で、④の構成が、より高い発光輝度が得られ、耐久性にも優れていることから通常好ましく用いられる。

#### ①構成材料

有機発光媒体における発光材料としては、例えば、p-クオターフェニル誘導体、p-クインクフェニル誘導体、ベンゾチアゾール系化合物、ベンゾイミダゾール系化合物、ベンゾオキサゾール系化合物、金属キレート化オキシノイド化合物、オキサジアゾール系化合物、スチリルベンゼン系化合物、ジスチリルピラジン誘導体、ブタジエン系化合物、ナフタルイミド化合物、ペリレン誘導体、アルダジン誘導体、ピラジリン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ピロロピロール誘導体、スチリルアミン誘導体、クマリン系化合物、芳香族ジメチリディン系化合物、8-キノリノール誘導体を配位子とする金属錯体、ポリフェニル系化合物等の1種単独または2種以上の組み合わせが挙げられる。

#### ②含水率

また、ダークスポットの発生を効果的に抑制するためには、以下の式で定義される有機発光媒体の含水率(W)を0.05重量%以下の値とすることが好ましく、0.0001~0.04重量%の範囲内の値とすることがより好ましく、0.0001~0.03重量%の範囲内の値とすることがさらに好ましく、0.0001~0.01重量%の範囲内の値とすることが最も好ましい。

$$W = \left[ (\text{重量A} - \text{重量B}) / \text{重量B} \right] \times 100$$

重量A：有機EL表示装置から採取された有機発光媒体について、全自動水分吸脱着測定装置（精密天秤付き）により測定される重量である。

重量B：有機発光媒体を、ドライボックス内で、75℃、30分の条件で加熱処理した後の有機発光媒体について、全自動水分吸脱着測定装置により測定される重量である。

なお、重量Aおよび重量Bは、それぞれ全自動水分吸脱着測定装置に設けられた精密天秤を用いて測定することが好ましいが、その他に、ASTM D570-63による方法や、熱分析（示差熱分析DTA、示差走査熱量測定DSC）ま

たはカールフッシャー法によっても含水率を測定することができる。

また、有機発光媒体の周囲に、層間絶縁膜、平坦化層、蛍光媒体、カラーフィルター等の有機膜が存在し、有機発光媒体とそれ以外の有機膜とを区別するのが困難な場合がある。その場合には、有機発光媒体以外の有機膜を一部含んだ混合物として重量Aおよび重量Bを測定し、それから得られる値を有機発光媒体の含水率としても良い。なんとならば、このような混合物の含水率を0.05重量%以下の値とすることによっても、発光面積比の低下を効率的に図ることができることが別途判明しているためである。

したがって、有機発光媒体の周囲に、例えば層間絶縁膜が設けてある場合には、有機発光媒体および層間絶縁膜を任意に混合物として採取し、それらについての重量Aおよび重量Bを測定し、それから算出した含水率を0.05重量%以下の値とすれば良い。

ここで、有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下の値に制限する理由を、図17を参照しながら詳細に説明する。

図17は、有機発光媒体（一部、他の有機膜を含む場合がある。）の含水率と、ダークスポットの発生による発光領域の変化率との関係を示しており、横軸には、有機発光媒体の含水率（重量%）を採って示してあり、縦軸には、発光領域の変化率（ダークスポット発生後の発光領域の面積／ダークスポット発生前の発光領域の面積）を発光面積比として示してある。

また、図17中、▲印は、大気中、室温（25℃）、2週間の条件で有機EL表示装置を放置した場合の発光面積比を表しており、●印は、75℃の恒温槽、2週間の条件で有機EL表示装置を放置した場合の発光面積比を表している。

そして、図17から容易に理解されるように、有機発光媒体の含水率が少ないほど、発光面積比の値が大きくなり、逆に有機発光媒体の含水率が多いほど、発光面積比の値が小さくなる傾向が見られた。ただし、発光面積比は、有機発光媒体の含水率に対して直線的に変化するものではなく、含水率が0.05重量%を超えると、発光面積比が著しく低下する現象が見られた。

したがって、有機発光媒体の含水率を、このような臨界的意義を有する0.05重量%以下の値に制限することにより、発光面積比の低下防止を効率的に図ることができ、すなわち、ダークスポットの発生を抑制して、長期間にわたって高

い発光輝度を得ることができる。

なお、同じ含水率であれば、75℃の恒温槽、2週間の放置条件のほうが、大気中、室温（25℃）、2週間の放置条件よりも、発光面積比が小さくなる傾向が見られたが、含水率が0.05重量%を超えると発光面積比が著しく低下するという現象は、いずれの放置条件においても観察された。

逆に言えば、有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下に制限することにより、大気中、室温（25℃）、2週間の放置条件のみならず、75℃の恒温槽、2週間の放置条件においてもダークスポットの発生を著しく抑制することができることになる。したがって、有機EL表示装置を、高温条件で使用する場合には、含水率を0.05重量%以下の値とすることは、さらに有用となる。

### （3）電極

以下、上部電極および下部電極について説明する。ただし、有機EL素子の構成に対応して、これらの上部電極および下部電極が、陽極層および陰極層に該当したり、あるいは、陰極層および陽極層に該当する場合がある。

#### ①下部電極

下部電極は、有機EL表示装置の構成に応じて陽極層あるいは陰極層に該当するが、例えば、陽極層に該当する場合には、仕事関数の大きい（例えば、4.0 eV以上）金属、合金、電気導性化合物またはこれらの混合物を使用することが好ましい。具体的に、インジウムスズ酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物（IZO）、インジウム銅（CuIn）、酸化スズ（SnO<sub>2</sub>）、酸化亜鉛（ZnO）、金、白金、パラジウム等の電極材料を単独で使用するか、あるいはこれらの電極材料を2種以上組み合わせて使用することが好ましい。

これらの電極材料を使用することにより、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、電子ビーム蒸着法、CVD法、MOCVD法、プラズマCVD法等の乾燥状態での成膜が可能な方法を用いて、均一な厚さを有する下部電極を形成することができる。

#### ②上部電極

一方、上部電極についても、有機EL表示装置の構成に対応して陽極層あるいは陰極層に該当するが、例えば、陰極層に該当する場合には、陽極層と比較して、仕事関数の小さい（例えば、4.0 eV未満）金属、合金、電気電導性化合物またはこれらの混合物あるいは含有物を使用することが好ましい。

具体的には、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、セシウム、マグネシウム、リチウム、マグネシウム-銀合金、アルミニウム、酸化アルミニウム、アルミニウム-リチウム合金、インジウム、希土類金属、これらの金属と有機発光媒体材料との混合物、およびこれらの金属と電子注入層材料との混合物等からなる電極材料を単独で使用するか、あるいはこれらの電極材料を2種以上組み合わせて使用することが好ましい。

#### （4）層間絶縁膜

第1の実施形態の有機EL表示装置における層間絶縁膜は、有機EL素子（TFT等の周辺素子も含む。）の近傍またはその周辺に存在し、主に、蛍光媒体またはカラーフィルタの凹凸を平坦化して、有機EL素子の下部電極を形成する際の平坦化された下地として使用される。また、層間絶縁膜は、高精細な配線材料を形成するための電気絶縁、有機EL素子の下部電極と上部電極との間の電気絶縁（短絡防止）、TFTの電気絶縁や機械的保護、さらには、TFTと有機EL素子との間の電気絶縁等を目的として用いられる。

したがって、第1の実施形態において、層間絶縁膜は、必要に応じて、平坦化膜、電気絶縁膜、隔壁、スペーサー、斜行部材等の名称で呼ぶ場合があり、本発明では、いずれをも包含するものである。

#### ①構成材料

層間絶縁膜に用いられる構成材料としては、通常、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリイミド樹脂、フッ素化ポリイミド樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、メラミン樹脂、環状ポリオレフィン、ノボラック樹脂、ポリケイ皮酸ビニル、環化ゴム、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリスチレン、フェノール樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、マレイン酸樹脂、ポリアミド樹脂等が挙げられる。

また、層間絶縁膜を無機酸化物から構成する場合、好ましい無機酸化物として、酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_2$  または  $\text{SiO}_x$ )、酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  または  $\text{AlO}_x$ )、酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ )、酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3$  または  $\text{YO}_x$ )、酸化ゲルマニウム ( $\text{GeO}_2$  または  $\text{GeO}_x$ )、酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ )、酸化マグネシウム ( $\text{MgO}$  または  $\text{MgO}_x$ )、酸化カルシウム ( $\text{CaO}$ )、ほう酸 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )、酸化ストロンチウム ( $\text{SrO}$ )、酸化バリウム ( $\text{BaO}$ )、酸化鉛 ( $\text{PbO}$ )、ジルコニア ( $\text{ZrO}_2$ )、酸化ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{O}$ )、酸化リチウム ( $\text{Li}_2\text{O}$ )、酸化カリウム ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 等を挙げることができる。なお、無機酸化物を表す構造式中の  $x$  は、1～3の範囲内の値である。

## ②形成方法

層間絶縁膜の形成方法は特に制限されるものではないが、例えば、スピコート法、キャスト法、スクリーン印刷法等の方法を用いて成膜するか、あるいは、スパッタリング法、蒸着法、化学蒸着法 (CVD法)、イオンプレーティング法等の方法で成膜することが好ましい。

## ③含水率

また、層間絶縁膜の含水率を、有機発光媒体と同様に、0.05重量%以下の値とすることが好ましく、0.03重量%以下の値とすることがより好ましく、0.01重量%以下の値とすることがさらに好ましい。

この理由は、層間絶縁膜の含水率が0.05重量%を超えると、含まれる水分が上部電極や有機発光媒体の酸化劣化を促進して、ダークスポットが発生しやすくなる場合があるためである。

なお、層間絶縁膜の含水率は、有機発光媒体の含水率と同様に測定することが可能である。

## (5) 色変換媒体

色変換媒体としては、カラーフィルタや、EL発光とは異なる色を発光するための蛍光膜があるが、これらの組み合わせも含むものである。

### ①カラーフィルタ

カラーフィルタは、光を分解またはカットして色調整またはコントラストを向上するために設けられ、色素のみからなる色素層、または色素をバインダー樹脂中に溶解または分散させて構成した層状物として構成される。

また、カラーフィルタの構成として、青色、緑色、赤色の色素を含むことが好適である。このようなカラーフィルタと、白色発光の有機EL素子とを組み合わせることにより、青色、緑色、赤色の光の三原色が得られ、フルカラー表示が可能であるためである。

なお、カラーフィルタは、後述する蛍光媒体と同様に、印刷法や、フォトリソグラフィ法を用いてパターンニングすることが好ましい。

また、カラーフィルタの含水率を、有機発光媒体と同様に、0.05重量%以下の値とすることが好ましく、0.03重量%以下の値とすることがより好ましく、0.01重量%以下の値とすることがさらに好ましい。

この理由は、カラーフィルタの含水率が0.05重量%を超えると、含まれる水分が上部電極や有機発光媒体の酸化劣化を促進するため、ダークスポットの発生抑制が困難となる場合があるためである。

### ②蛍光媒体

アクティブ駆動型有機EL表示装置における蛍光媒体は、有機EL素子の発光を吸収して、より長波長の蛍光を発光する機能を有しており、平面的に分離配置された層状物として構成されている。各蛍光媒体は、有機EL素子の発光領域、例えば下部電極と上部電極との交差部分の位置に対応して配置してあることが好ましい。

このように構成することにより、下部電極と上部電極との交差部分における有機発光層が発光した場合に、その光を各蛍光媒体が受光して、異なる色（波長）の発光を外部に取り出すことが可能になる。特に、有機EL素子が青色発光するとともに、蛍光媒体によって、緑色、赤色発光に変換可能な構成とすると、一つの有機EL素子であっても、青色、緑色、赤色の光の三原色が得られ、フルカラー表示が可能であることから好適である。

また、蛍光媒体が、主に蛍光色素からなる場合は、所望の蛍光媒体のパターン



が得られるマスクを介して、真空蒸着またはスパッタリング法で成膜することが好ましい。

一方、蛍光媒体が、蛍光色素と樹脂からなる場合は、蛍光色素と樹脂と適当な溶剤とを混合、分散または可溶化させて液状物とし、当該液状物を、スピンコート、ロールコート、キャスト法等の方法で成膜し、その後、フォトリソグラフィー法で所望の蛍光媒体のパターンにパターニングしたり、スクリーン印刷等の方法で所望のパターンにパターニングして、蛍光媒体を形成するのが好ましい。

また、蛍光媒体の含水率を、有機発光媒体と同様に、0.05重量%以下の値とすることが好ましく、0.03重量%以下の値とすることがより好ましく、0.01重量%以下の値とすることがさらに好ましい。

この理由は、蛍光媒体の含水率が0.05重量%を超えると、含まれる水分が上部電極や有機発光媒体の酸化劣化を促進して、ダークスポットの発生抑制が困難となる場合があるためである。

なお、蛍光媒体の含水率は、有機発光媒体の含水率と同様に測定することが可能である。

#### (6) 有機EL表示装置の構成例

本発明の有機EL表示装置は、上述した構成要素を基本的に組み合わせて構成することができるが、それ以外の他の構成要素、例えば正孔注入層や電子注入層とを組み合わせることも好ましい。

以下に典型的な有機EL表示装置についての構成例を示すが、これに限定されるものでない。

- ① 支持基材／陽極層／有機発光層／陰極層／封止用部材
- ② 支持基材／陽極層／層間絶縁膜／有機発光層／陰極層／封止用部材
- ③ 支持基材／蛍光媒体／陽極層／層間絶縁膜／有機発光層／陰極層／封止用部材
- ④ 支持基材／蛍光媒体／平坦化層／陽極層／層間絶縁膜／有機発光層／陰極層／封止用部材
- ⑤ 支持基材／カラーフィルタ／陽極層／層間絶縁膜／有機発光層／陰極層／封止用部材

⑥支持基材／カラーフィルタ／平坦化層／陽極層／層間絶縁膜／有機発光層／陰極層／封止用部材

⑦支持基材／カラーフィルタ／蛍光媒体／平坦化層／陽極層／層間絶縁膜／有機発光層／陰極層／封止用部材

⑧支持基材／陽極層／有機発光層／陰極層／蛍光媒体／封止用部材

⑨支持基材／陽極層／有機発光層／陰極層／カラーフィルタ／封止用部材

なお、図4に、②の構造の有機EL表示装置18を、図5に、④または⑥の構造の有機EL表示装置18を、図6に、⑧または⑨の構造の有機EL表示装置18を、図7に、③または⑤の構造の有機EL表示装置を、図8に、図5の有機EL表示装置18の変形例であって、④または⑥の構造の有機EL表示装置を、図9に、図6の有機EL表示装置18の変形例であって、⑧または⑨の構造の有機EL表示装置をそれぞれ示す。

## [第2の実施形態]

第2の実施形態における有機EL表示装置の製造装置130は、図16にその概略を示すように、

支持基板を搬入するための第1のユニット（搬入口）21と、

有機発光媒体の形成前に少なくとも支持基板を加熱して脱水処理を行うための第2のユニット23における加熱室71と、

加熱された支持基板を冷却するための第2のユニット23における冷却室70と、

有機発光媒体および上部電極を形成するための第3のユニット22と、

バッファユニット72と、

封止用部材により周囲を封止するための第4のユニット24と、

を順次に備えており、

また、各ユニット間に、搬送装置（図示せず。）が設けてある。

以下、図16を適宜参照しながら、第2の実施形態における製造装置130の特徴的構成や、その動作について説明する。

### 1. 構成

### (1) 第1のユニット

第2の実施形態における第1のユニット（搬入口）21は、第1の実施形態における第1のユニットの内容と同様であるので、ここでの説明は省略する。

### (2) 第2のユニット

第2の実施形態における第2のユニット（脱水ユニット）23は、加熱室71と、冷却室70と、その間を接続する接続部26とから構成されていることから、加熱装置と、冷却装置とが同室に設けてある第1の実施形態と異なっている。

このように第2のユニット23が分離していると、加熱室71において、減圧状態で基板を加熱したとしても、冷却室70に基板を移送することにより、迅速に冷却することが可能となる。

また、このように分離していると、加熱した基板を冷却室70で冷却しながら、次の基板を加熱室71において加熱することができるため、生産性を向上させることができる。

なお、加熱室71には、加熱装置と、支持台と、ドライガス循環装置と、真空ポンプと、露点計と、全自動水分吸脱着測定装置とが設けてあることが好ましい。また、冷却室70には、冷却装置と、支持台と、ドライガス循環装置と、真空ポンプと、露点計と、全自動水分吸脱着測定装置とが設けてあることが好ましい。

### (3) 第3のユニット

第2の実施形態における第3のユニット（成膜ユニット）22は、第1の実施形態における第3のユニットの内容と同様であるので、ここでの説明は省略する。

### (4) バッファユニット

バッファユニット72は、第3のユニット22と、第4のユニット24との間に設けてあるが、設けていない場合と比較して、第3のユニット22における真空度を調節することが容易になるという効果が得られる。すなわち、第4のユニット24においては、通常大気圧下において封止作業を行うため、バッファユニット72が設けられていないと、減圧状態の第3のユニット22から、第4のユニット24に基板を移送した後の、第3のユニット22における真空度の調整が

困難となる場合がある。

また、このようにバッファユニット72を設けることにより、工程と工程との間における基板等の退避場所として使用することもできる。

さらに、このようにバッファユニット72を設けることにより、事前に有機EL表示装置の成膜状態や、配線状態等を、電気的手段、あるいは顕微鏡等を用いて確認することができるため、不良品については、次工程の第4のユニット24に移送することなく、ここを搬送口として、外部に取り出すことができる。

なお、バッファユニット72においても、搬出口と、加熱装置と、冷却装置と、支持台と、ドライガス循環装置と、真空ポンプと、露点計等が設けてあることが好ましい。

#### (5) 第4のユニット

第2の実施形態における第4のユニット（封止ユニット）24は、第1の実施形態における第4のユニットの内容と同様であるので、ここでの説明は省略する。

## 2. 動作

第2の実施形態における製造装置を動作させるにあたり、まず、基板を前工程として、湿式洗浄、赤外線洗浄、および紫外線洗浄した後、第1のユニット21の所定場所に載置する。なお、前工程の段階で、基板上に、下部電極や、層間絶縁膜や、蛍光媒体等を形成しておくことも好ましい。

次いで、第1のユニット21と、第2のユニット23の加熱室71との間に設けてある第1の搬送装置（図示せず。）を動作させ、基板を加熱室71に移送する。

なお、第1の搬送装置の動作がスタートするとともに、第1のユニット21と、第2のユニット23の加熱室71との間のシャッターが開くため、第1の搬送装置は基板を把持した状態で、シャッターを通過して、加熱室71の所定場所に、基板を載置することができる。

次いで、基板が所定場所に載置されると、第1の搬送装置は、第1のユニット21の所定位置に戻るとともに、第1のユニット21と、第2のユニット23の加熱室71との間のシャッターが閉じる。そして、加熱室71の加熱がスタート

とする。

この加熱による脱水条件としては、第1の実施形態と同様に、例えば、50～300℃、10分～24時間とすることが好ましく、また、例えば、ドライガス循環装置を用いて、露点計により露点を-10℃以下の値に調節しながら、不活性ガスを流量10リットル／分程度導入することも好ましい。

次いで、脱水された基板を、搬送装置を用いて、冷却室70に移送する。したがって、加熱室71と冷却室70との間のシャッターを開き、搬送装置を用いて、加熱室71の所定位置から、冷却室70の所定位置へと、基板を移送する。そして、基板を載置するとともに、加熱室71と冷却室70との間のシャッターが閉じて、基板の冷却を開始する。

したがって、このように基板を冷却することにより、加熱室71において、基板を減圧状態で加熱したとしても、迅速に冷却することが可能となる。そして、基板の温度が少なくとも成膜温度付近になるまで冷却を続けることが好ましく、より好ましくは、室温付近になるまで冷却を続けることである。

なお、冷却室70における冷却条件についても特に制限されるものではないが、例えば、10～40℃、10分～12時間とすることが好ましい。

次いで、基板温度が所定温度になったことを確認した後、この基板を、搬送装置により第3のユニット（成膜ユニット）22に移送する。

ここで、第3のユニット22を用いて、有機発光媒体や、上部電極を成膜することになるが、第1の実施形態と同様の成膜条件とすることができるので、詳細な説明は省略する。

次いで、有機発光媒体や上部電極が形成された基板を、第3のユニット22から、搬送装置を用いて、バッファユニット72に移送する。すなわち、減圧状態の第3のユニット22から、同様に減圧状態のバッファユニット72の所定場所に、その間に設けてあるシャッター26を開けた状態で移送する。

なお、このようにバッファユニット72が設けてあるため、基板を第4のユニット24まで移送する際に、バッファユニット72と、第4のユニット24との間のシャッターを開閉しても、第3のユニット22における真空度を所定値に維持することができる。すなわち、バッファユニット72と、第3のユニット22との間にもシャッターがあるため、バッファユニット72の真空度を、第3のユ

ニット22の真空度と同等レベルに調節することにより、第3のユニット22における真空度についても維持することができる。

最後に、有機発光媒体や上部電極が形成された基板を、バッファユニット72から、搬送装置を用いるとともに、その間に設けてあるシャッター26を開けて第4のユニット（封止ユニット）24に移送する。

ここでも、第1の実施形態と同様の封止条件とすることが好ましい。すなわち、図15に示すような第4のユニット24において、例えば、不活性ガス中で、基板と、封止部材とを押圧した状態で、紫外線硬化型接着剤を硬化させることにより、これらの部材間をシールすることが好ましい。

#### [第3の実施形態]

第3の実施形態は、有機EL表示装置の製造方法に関し、以下に示す第1～第4の工程を含んでいることを特徴としている。

このように実施することにより、大気に露出することがないため、外部の湿度等の影響を排除して含水率の調整が容易となるばかりか、有機EL表示装置の生産効率をさらに向上させることができる。

#### (1) 第1の工程

第1の工程は、有機発光媒体の形成前の基板を第1のユニットである搬入口に載置する工程であり、有機EL表示装置の構成にもよるが、基板上に予め下部電極を形成しておくことが好ましい。

なお、前工程として、基板を図1に示す第1のユニットである搬入口に載置する前に、当該基板上に、層間絶縁膜（平坦化膜）、蛍光媒体、およびカラーフィルタを予め形成しておくことが好ましい。

また、このような支持基板への下部電極の形成は、真空蒸着装置等を用いて行うことが好ましく、上述した第3のユニットの製造装置を用いて行うことができる。

さらにまた、層間絶縁膜、蛍光媒体、およびカラーフィルタの形成は、それぞれフォトリソグラフィ法を用いて行うことが好ましい。

## (2) 第2の工程

第2の工程は、図11に示す第2のユニットにおいて、支持基板に付着した水分、および、この支持基板上にカラーフィルタ、蛍光媒体、層間絶縁膜等の有機膜が形成してある場合には、これらの有機膜に含まれる水分を脱水する工程である。具体的に以下の加熱処理を行うか、あるいはこの加熱処理とともに、他の脱水処理を組み合わせて実施することが好ましい。

なお、第2の工程において、脱水処理の前後、あるいはいずれか一方の時に、第2のユニットに設けたプラズマ洗浄装置および超音波洗浄装置を用いて、基板表面に付着した不純物やほこりを取り除くことも好ましい。

### ①加熱処理

脱水工程の加熱温度を40～300℃の範囲内の値とすることが好ましい。この理由は、加熱温度が40℃未満となると、脱水効率が著しく低下する場合があるためであり、一方、加熱温度が300℃を超えると、蛍光媒体等の有機膜に対して熱損傷を与える場合があるためである。

したがって、脱水工程の加熱温度を50～250℃の範囲内の値とすることがより好ましく、60～200℃の範囲内の値とすることがさらに好ましい。

また、有機EL表示装置の保管環境または駆動環境を考慮して、脱水工程の加熱温度を決定することも好ましい。すなわち、これらの保管環境または駆動環境における温度よりも高い温度、より好ましくは当該温度よりも少なくとも10℃高い温度で予め処理することにより、保管環境または駆動環境におけるダークスポットの発生を抑制することができる。

なお、加熱による脱水処理した場合の脱水時間は、カラーフィルタ、蛍光媒体、第1および第2の層間絶縁膜等の面積や膜厚に影響されるが、当該脱水時間を例えば、10分～12時間の範囲内の値とすることが好ましい。

この理由は、脱水時間が10分未満となると、脱水処理が不十分となって、組み立て後の有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下にするのが困難となる場合があるためである。一方、脱水時間が12時間を超えても、処理時間が長くなるだけで、得られる効果は変わらない場合があるためである。

したがって、脱水時間を、30分～10時間の範囲内の値とすることがより好

ましく、1～6時間の範囲内の値とすることがさらに好ましい。

## ②不活性ガス導入

脱水工程に、ヘリウム、アルゴン、窒素等の不活性ガスを、脱水ユニットに導入し、これらの不活性ガス中で脱水することが好ましい。また、製造コストが安価となることから、窒素を用いることがより好ましい。

このような不活性ガスを使用することによって、有機発光媒体を含む有機層や、陰極等が反応して酸化するのを抑制しながら、脱水処理を施すことができることから好ましい。

また、より優れた脱水効果を得るために、不活性ガスに対しても、あらかじめ脱水処理を施しておくことが好ましい。

なお、不活性ガスによる脱水処理した場合の脱水時間は、不活性ガスの流入速度、あるいは、カラーフィルタ、蛍光媒体、第1および第2の層間絶縁膜等の面積や膜厚にそれぞれ影響されるが、当該脱水時間を例えば、10分～40時間の範囲内の値とすることが好ましい。

この理由は、脱水時間が10分未満となると、脱水処理が不十分となって、組み立て後の有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下にするのが困難となる場合があるためである。一方、脱水時間が40時間を超えても、処理時間が長くなるだけで、得られる効果は変わらない場合があるためである。

したがって、脱水時間を、30分～24時間の範囲内の値とすることがより好ましく、1～12時間の範囲内の値とすることがさらに好ましい。

## ③露点調整

脱水工程の露点を $-10^{\circ}\text{C}$ 以下の値として、支持基板等の脱水処理を促進するものである。この理由は、露点が $-10^{\circ}\text{C}$ を超えると、脱水効率が著しく低下する場合があるためである。

したがって、脱水工程の露点を $-50^{\circ}\text{C}$ 以下の値とすることがより好ましく、露点を $-50^{\circ}\text{C}$ ～ $-150^{\circ}\text{C}$ の範囲内の値とすることがさらに好ましい。

なお、脱水工程の露点は、不活性ガスの導入、真空度の低下、脱水ユニット内の温度の調節により、露点計をモニターしながら、脱水ユニット内の水分量を調



節して容易に行うことができる。

また、露点を $-10^{\circ}\text{C}$ 以下の値とした場合の脱水時間は、カラーフィルタ、蛍光媒体、層間絶縁膜等の面積や膜厚に影響されるが、当該脱水時間を例えば、10分～40時間の範囲内の値とすることが好ましい。

この理由は、脱水時間が10分未満となると、脱水処理が不十分となって、組み立て後の有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下にするのが困難となる場合があるためである。一方、脱水時間が40時間を超えても、処理時間が長くなるだけで、得られる効果は変わらない場合があるためである。

したがって、脱水時間を、30分～24時間の範囲内の値とすることがより好ましく、1～12時間の範囲内の値とすることがさらに好ましい。

#### ④真空度調整

脱水工程の真空度を $13.3\text{Pa}$ 以下の値とすることが好ましい。この理由は、かかる真空度が $13.3\text{Pa}$ を超えると、脱水効率が著しく低下する場合があるためである。

したがって、脱水工程の真空度を $13.3 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下の値とすることがより好ましく、 $13.3 \times 10^{-4}\text{Pa} \sim 13.3 \times 10^{-8}\text{Pa}$ の範囲内の値とすることがさらに好ましい。

なお、脱水工程の真空度を $13.3 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 以下の値とした場合の脱水時間は、カラーフィルタ、蛍光媒体、層間絶縁膜等の面積や膜厚に影響されるが、当該脱水時間を例えば、10分～12時間の範囲内の値とすることが好ましい。

この理由は、脱水時間が10分未満となると、脱水処理が不十分となって、組み立て後の有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下にするのが困難となる場合があるためである。一方、脱水時間が12時間を超えても、処理時間が長くなるだけで、得られる効果は変わらない場合があるためである。

したがって、脱水時間を、30分～10時間の範囲内の値とすることがより好ましく、1～6時間の範囲内の値とすることがさらに好ましい。

#### (3) 第3の工程

第3の工程は、図12および図13に示す第3のユニット22において、有機

発光媒体を形成する工程や上部電極を形成する工程である。

有機発光媒体の形成工程や上部電極の形成は、具体的に、真空蒸着法やスパッタリング法等の乾燥状態での成膜が可能な方法を用いて形成することが好ましい。

ここで、第3のユニットにおいて説明した真空蒸着装置201を用いて、電子注入域14を基板203上に成膜する方法について、具体的に説明する。

まず、図13に示すような平面正形状の基板203を用意し、この基板203を基板ホルダ211の保持部215に係止して水平な状態とする。

次いで、電子注入域14を成膜するにあたり、仮想円221上で、隣接する二つの蒸着源212Aおよび212Dに、電子輸送性化合物と電子注入性材料（還元性ドーパント）とをそれぞれ充填した後、排気手段により、真空槽210内を所定の真空度、例えば $1.3 \times 10^{-5} \text{ Pa}$  ( $1.0 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ )になるまで減圧する。

次いで、蒸着源212Aおよび212Dを加熱して、各蒸着源212Aおよび212Dからそれぞれ電子輸送性化合物および還元性ドーパントを同時に蒸発させるとともに、モータ214を回転騒動させて、基板203を回転軸線213Aに沿って所定速度、例えば $1 \sim 100 \text{ rpm}$  (revolutions per minutes)で回転させる。このようにして、基板203を自転させながら電子輸送性化合物および還元性ドーパントを共蒸着して電子注入域14を成膜する。

このとき、図13に示すように、蒸着源212Aおよび212Dは、基板203の回転軸線213Aから、水平方向に所定距離Mだけずれた位置に設けられているので、基板203の回転により、電子輸送性化合物および還元性ドーパントの基板203への入射角度を規則的に変化させることができる。

したがって、蒸着材料を基板203に対して一様に付着させることができ、電子注入域14の膜面内で、蒸着材料の組成比が均一、例えば、濃度ムラが $\pm 10\%$ （モル換算）である薄膜層を確実に成膜することができる。

また、このように蒸着を実施することにより、基板203を公転させなくてもよいので、そのスペースや設備が不要になり、最小限のスペースで経済的に成膜を行うことができる。なお、基板を公転させるとは、基板以外に存在する回転軸の周りを回転させることをいい、自転させる場合よりも広い空間が必要となる。

#### (4) 第4の工程

第4の工程は、第3の工程の終了時点で得られた有機EL素子の周囲を、封止用部材により被覆する工程であり、図15に示す第4のユニットを用いて行うことが好ましい。

したがって、第4の工程は、第4のユニット内にドライガス、例えば、乾燥窒素や乾燥アルゴンを $0.01 \sim 6 \text{ m}^3/\text{分}$ の条件で循環させた状態で、封止用部材を、有機EL素子の周囲を覆うように被せ、次いで、押圧しながら、その周囲を接着剤等によりシールすることが好ましい。

ここで、ラジカル硬化型の接着剤、およびカチオン硬化型の接着剤を用いた場合には、接着剤硬化用露光装置を用いて、紫外線を照射することにより、10秒以内の短時間で硬化させることができる。

また、熱硬化型接着剤を用いた場合には、ホットプレートを用いて、 $50 \sim 150^\circ\text{C}$ 、30秒～1時間の条件で加熱することにより、硬化させることができる。

さらに、湿気硬化型接着剤を用いた場合には、封止後、外気に暴露させることにより、徐々に硬化させることができる。

#### (5) 各工程の組み合わせ

以下に、上述した第1～第4の各工程を組み合わせて、有機EL表示装置を製造する例を示すが、かかる例示に限定されるものではない。

##### ①第1の組み合わせ

第4のユニットが第3のユニットに連結された製造装置を用い、

第1のユニットに支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を第2のユニットから第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止する。

このように実施することにより、有機EL表示装置の組み立て後の、有機発光媒体における含水率の調節が容易となり、ダークスポットの発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を効率的に得ることができる。

## ②第2の組み合わせ

第4のユニットが第1のユニットに連結された製造装置を用い、

第1の組み合わせにおいて、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第1のユニットを介して、第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止するものである。

このように実施することにより、有機EL表示装置の組み立て後の、有機発光媒体における含水率の調節が容易となり、ダークスポットの発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を効率的に得ることができる。

## ③第3の組み合わせ

第4のユニットが第2のユニットと共用された製造装置を用い、第1の組み合わせにおいて、搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第1のユニットを介して、第2のユニットと共用の第4のユニットに移送し、第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止するものである。

このように実施することにより、有機EL表示装置の組み立て後の、有機発光媒体における含水率の調節が容易となり、ダークスポットの発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を効率的に得ることができる。

## ④第4の組み合わせ

第1～第3の組み合わせにおいて、搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を第2のユニットから、第1のユニットに移送して冷却した後、第3のユニッ

トに移送するものである。

このように脱水処理された支持基板を第1のユニットで冷却することにより、第2のユニットにおいて減圧状態で脱水処理を行ったとしても、支持基板を効率的に冷却することができ、第3のユニットへ移送するまでの時間を短縮することができる。

また、このように第1のユニットで脱水処理した基板を冷却することにより、第2のユニットにおいては、同時に別の基板を脱水処理することができるため、製造効率を高めることができる。

#### ⑤第5の組み合わせ

第1～第4の組み合わせにおいて、第3のユニットにおいて有機発光媒体を形成した後、搬送装置により、有機発光媒体が形成された支持基板を第3のユニットから第2のユニットに移送して脱水処理した後、再び第2のユニットから第3のユニットに移送して、上部電極を形成するものである。

このように実施することにより、有機EL表示装置の組み立て後の、有機発光媒体における含水率の調節がさらに容易となり、ダークスポットの発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を効率的に得ることができる。

#### ⑥第6の組み合わせ

第1～第5の組み合わせにおいて、第2のユニットが、加熱室と、冷却室とを含んでなり、当該加熱室において、支持基板を加熱して脱水処理を行うとともに、当該冷却室において、脱水処理した支持基板を冷却するものである。

このように実施することにより、有機EL表示装置の組み立て後の、有機発光媒体における含水率の調節がさらに容易となり、ダークスポットの発生が飛躍的に少ない有機EL表示装置を効率的に得ることができる。

### 実施例

#### 〔実施例1〕

#### (1) 有機EL素子の作製

##### ①陽極（下部電極）の形成

縦112mm、横143mm、厚さ1.1mmのガラス基板（OA2ガラス、日本電気硝子（株）製）上に、膜厚130nmのITO膜をスパッタリング装置により全面的に成膜した。このITO膜上に、ポジ型レジストHPR204（富士ハントエレクトロニクステクノロジー（株）製）をスピコートし、温度80℃、時間10分の条件で乾燥した。

次いで、ストライプ状パターン（ライン幅90μm、ギャップ幅20μm）を有するフォトマスクを介して、露光量が100mJ/cm<sup>2</sup>となるように、高圧水銀灯を光源としたコンタクト露光を行った。現像液としてTMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）を用いて、露光部を現像した。

次いで、オープンを用いて、温度130℃の条件でポストベーク処理した後、臭化水素酸水溶液（濃度47重量%）をエッチャントとして用いて、ITO膜をエッチングした。その後、剥離液N303（長瀬産業（株）製）を用いてポジ型レジストを除去し、陽極（下部電極）としてのストライプ状のITOパターン（ライン数960本）を形成した。

## ②第1の層間絶縁膜の形成

次いで、ITOパターン上に、ネガ型レジストV259PA（新日鉄化学（株）製）をスピコートし、ITOパターンに直交するストライプ状パターンを有するフォトマスク（ライン幅90μm、ギャップ幅20μm）を介して、温度80℃、時間10分の条件で乾燥した後、露光量が100mJ/cm<sup>2</sup>となるように、高圧水銀灯を光源としたコンタクト露光を行った。

次いで、現像液としてTMAHを用いて、未露光部を現像し、さらに、オープンを用いて、温度160℃の条件でポストベーク処理して、第1の層間絶縁膜（ITOの開口部70μm×290μm）とした。

## ③第2の層間絶縁膜の形成

次いで、第1の層間絶縁膜の上から、ネガ型レジストZPN1100（日本ゼオン（株）製）をスピコートし、下部電極であるITOパターンに対して平行するストライプ状パターン（ライン幅20μm、ギャップ幅310μm）を有するフォトマスクを介して、温度80℃、時間10分の条件で乾燥した後、露

光量が $100\text{ mJ}/\text{cm}^2$ となるように、高圧水銀灯を光源としたコンタクト露光を行った。

次いで、現像液としてTMAHを用いて、未露光部を現像し、さらに、オープンを用いて、温度 $160^\circ\text{C}$ の条件でポストベーク処理して、隔壁としての第2の層間絶縁膜（ライン幅 $20\text{ }\mu\text{m}$ 、ギャップ幅 $310\text{ }\mu\text{m}$ 、膜厚 $5\text{ }\mu\text{m}$ ）とした。

#### ④脱水工程

次いで、ITOパターン等が形成されたガラス基板（以下、単にガラス基板と称する場合がある。）に対して、イソプロピルアルコール洗浄および紫外線洗浄を施した後、このガラス基板を、図3に示す製造装置における第1のユニット（搬入口）の所定位置に載置した。

次いで、第1のユニットに設けてある搬送装置（可動アーム）を用いて、ガラス基板を第1のユニットから第2のユニット（脱水ユニット）に移送した。

そして、第1のユニット内のガラス基板を、ホットプレートを用いて $60^\circ\text{C}$ に加熱し、その状態で乾燥窒素を導入しながら、露点を $-50^\circ\text{C}$ まで低下させて、約2時間放置し、第1および第2の層間絶縁膜中の水分並びにガラス基板表面等に付着している水分を除去した。

#### ⑤有機発光媒体の形成

次いで、ホットプレートの加熱を停止し、ガラス基板の温度が室温まで低下した後、第1のユニットに設けてある搬送装置を用いて、脱水処理したガラス基板を第2のユニットから、第1のユニットを経由して、第3のユニット（真空蒸着装置）に移送するとともに、図13に示す基板ホルダーに固定した。

なお、第3のユニット内の加熱ボードに、予め以下の材料をそれぞれ充填しておいた。

正孔注入材料：4, 4', 4''-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDATA)、および4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]-ビフェニル(NPD)、

有機発光材料：4, 4'-ビス（2, 2'-ジフェニルビニル）ターフェニル  
（DPVTP）

電子注入材料：トリス（8-キノリノール）アルミニウム（Alq）

上部電極材料：Al-Li合金（Li濃度10atm%）

次いで、第3のユニット内の真空度を $6.65 \times 10^{-7}$  Paまで減圧し、以下の蒸着速度および膜厚となるように、正孔注入層から上部電極の形成まで、途中で真空状態を破らず、一回の真空引きで順次に積層して、有機発光媒体（正孔注入層、有機発光層、電子注入層）、および上部電極を形成した。

MTDATA：蒸着速度0.1～0.3 nm/sec.，膜厚60 nm

NPD：蒸着速度0.1～0.3 nm/sec.，膜厚20 nm

DPVTP：蒸着速度0.1～0.3 nm/sec.，膜厚40 nm

Alq：蒸着速度0.1～0.3 nm/sec.，膜厚20 nm

Al-Li：蒸着速度0.5～1.0 nm/sec.，膜厚150 nm

## ⑥封止工程

次いで、第1のユニットに設けてある搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成したガラス基板を、第3のユニットから、第1のユニットを経由して、第2のユニットと共用の第4のユニット（封止ユニット）に移送した。

この第4のユニット内で、封止用ガラス基板（青ガラス、ジオマテック（株）製）を上部電極側に積層した後、その周囲をカチオン硬化型接着剤TB3102（スリーボンド（株）製）を用い、紫外線露光により硬化させることにより封止して、発光性能測定用の有機EL表示装置とした。

なお、同様の製造条件で、含水率測定用の有機EL表示装置および耐久性試験用の有機EL表示装置をそれぞれ作成した。

## （2）有機EL素子の評価

### ①含水率の測定

得られた有機EL表示装置を、乾燥窒素を連続的に導入した状態のドライボックス内で分解し、スパチュラを用いて有機発光媒体（一部、層間絶縁膜を含む）



以下、同様である。)を採取するとともに、当該ドライボックス内に設けた全自動水分吸脱着測定装置IGA SORP(英国Hidden社製)を用いて重量を測定した。その結果、採取した有機発光媒体の重量Aは、43.9194mgであった。

次いで、採取した有機発光媒体を、ドライボックス内で、75℃、30分の条件で加熱処理し、その処理後の重量を上述した全自動水分吸脱着測定装置を用いて測定した。その結果、加熱処理後の有機発光媒体の重量Bは、43.9190mgであった。

よって、得られた重量Aおよび重量Bを算出式に導入して、有機発光媒体の含水率(W(%))を算出した。その結果、有機発光媒体の含水率(W)は0.0009重量%であった。

すなわち、有機発光媒体を形成する前に第2のユニット(脱水工程)を設けて、支持基板表面および、第1および第2の層間絶縁膜から水分を除去することは、有機発光媒体の含水率を低下させるのに有効な手段であることが判明した。

## ②発光性能の測定

得られた有機EL表示装置の下部電極(ITOパターン、陽極)と、上部電極(陰極)との間に、DC10Vの電圧を印加して、各電極の交差部分である各画素(約23万画素)を発光させた。そして、色彩色差計CS1000(ミノルタ(株)製)を用いて発光輝度を測定したところ、 $300\text{cd/m}^2$ という値が得られた。なお、発光面の全面積を100%としたときの、画素面積の割合である開口率は56%であった。

また、同様条件で有機EL装置の各画素を発光させてCIE色度を測定したところ、CIE色度座標において、 $CIE_x=0.15$ 、 $CIE_y=0.18$ である青色発光が得られることを確認した。

## ③耐久性試験

得られた2組の有機EL表示装置を、大気中、室温(25℃)の条件と、恒温槽中、75℃条件とに、それぞれ2週間放置した。その後、上述した電圧条件で有機EL表示装置の各画素を発光させて、ダークスポットの発生が生じてお

らず、適切に発光している領域（以下、発光領域）の面積を測定し、放置前の発光領域の面積との比較から耐久性を評価した。

その結果、放置前の発光領域の面積を1としたときに、大気中、室温（25℃）の条件で放置した場合には、放置後の発光領域の面積は、0.98であり、恒温槽中、75℃条件で放置した場合には、放置後の発光領域の面積は、0.97であった。

すなわち、有機発光媒体中の含水率を所定値（0.05重量%）以下の値とすることにより、大気中、室温（25℃）の条件はもとより、75℃の高温環境下においても長時間にわたってダークスポットの発生による発光面積の縮小を抑制できることが判明した。

#### 〔比較例1〕

実施例1において、有機EL素子の形成前に、第2のユニットにより脱水処理をしなかった以外は、同一の条件で有機EL表示装置を作製して、評価した。得られた結果を表1に示す。

結果から理解されるように、脱水工程を設けなかったために、有機発光媒体の含水率は0.0713重量%であり、0.05重量%以下の値に低下することができなかった。

また、得られた有機EL表示装置を大気中、室温（25℃）条件、および恒温槽中、75℃条件でそれぞれ2週間放置した場合には、それぞれ発光面積比が0.80および0.55となった。

すなわち、比較例1では、有機EL素子の形成前に脱水工程を設けて脱水処理をしなかったため、有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下の値とすることができず、大気中、室温（25℃）条件および、75℃の高温環境下において、ダークスポットの発生による発光面積の縮小を抑制することが困難であった。

#### 〔実施例2〕

実施例1において、有機EL素子の形成前に、赤色フィルタと、蛍光媒体とを設けるとともに、下部電極の形成材料をITOからIZOに変えた以外は、同一の条件で有機EL表示装置を作製して、評価した。得られた結果を表1に示す。

結果から理解されるように、実施例2では、赤色フィルタや、蛍光媒体の形成工程が必要になるためと思われるが、有機発光媒体の含水率は0.0385重量%であり、実施例1と比較すると、若干高い値であった。

しかしながら、大気中、室温（25℃）条件、および75℃の高温環境条件にそれぞれ2週間放置しても、発光面積比はそれぞれ0.9以上であった。すなわち、実施例2においても、脱水工程を設けて脱水処理をすることにより、ダークスポットの発生を抑制できることが確認された。

#### 〔比較例2〕

実施例2において、有機EL素子の形成前に、第2のユニットにより脱水処理をしなかった以外は、同一の条件で有機EL表示装置を作製して、評価した。得られた結果を表1に示す。

結果から理解されるように、脱水工程を設けなかったために、有機発光媒体の含水率は0.3215重量%であり、0.05重量%以下の値に低下することができなかった。

また、得られた有機EL表示装置を大気中、室温（25℃）の条件で放置した場合には、発光面積比が0.33となり、恒温槽中、75℃条件で放置した場合には、0.15となった。すなわち、有機EL素子の形成前に脱水工程を設けて脱水処理をしなかったため、有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下の値とすることができず、大気中、室温（25℃）条件および、75℃の高温環境下において、ダークスポットの発生による発光面積の縮小を抑制することが困難であった。

[表 1]

		実施例 1	比較例 1	実施例 2	比較例 2
有機 EL 表示装置	カラーフィルタ	無し	無し	有り	有り
	蛍光媒体	無し	無し	有り	有り
	陽極 (下部電極)	ITO	ITO	IZO	IZO
	正孔注入層	MTDATA/NPD	MTDATA/NPD	MTDATA/NPD	MTDATA/NPD
	発光層	DPVTP	DPVTP	DPVTP	DPVTP
	電子注入層	Alq	Alq	Alq	Alq
	陰極 (上部電極)	Al/Li	Al/Li	Al/Li	Al/Li
	封止用ガラス基板	有り	有り	有り	有り
	脱水工程	露点-50℃, N <sub>2</sub> 60℃加熱	無し	露点-50℃, N <sub>2</sub> 60℃加熱	無し
初期	①含水率	0.0009	0.0713	0.0009	0.3215
	②発光輝度	300	300	70	70
	③CIE <sub>x</sub>	0.15	0.15	0.65	0.65
	④CIE <sub>y</sub>	0.18	0.18	0.32	0.32
室温 2週間	⑤発光面積比	0.98	0.80	0.94	0.33
	⑥発光輝度	294	240	65.8	23.1
80℃ 2週間	⑦発光面積比	0.97	0.55	0.91	0.15
	⑧発光輝度	291	165	63.7	10.5

単位単位：含水率（重量％）、発光輝度（cd/m<sup>2</sup>）

## [実施例 3]

実施例 1 において、図 3 に示す製造装置のかわりに、図 16 に示すように、加熱室と冷却室とからなる脱水ユニットを含む製造装置を用いたほかは、実施例 1 と同様に、有機 EL 表示装置を作成し、評価した。

すなわち、第 1 および第 2 の層間絶縁膜が形成されたガラス基板に対して、イソプロピルアルコール洗浄および紫外線洗浄を施した後、このガラス基板を、図 16 に示す製造装置における第 1 のユニット（搬入口）の所定位置に載置した。

次いで、第 1 のユニットに設けてある搬送装置（可動アーム）を用いて、ガラス基板を第 1 のユニットから第 2 のユニット（脱水ユニット）の加熱室に移送した。そして、加熱室内のガラス基板を、ホットプレートを用いて 60℃に加熱し、その状態で乾燥窒素を導入しながら、露点を -50℃まで低下させて、2 時間放置し、第 1 および第 2 の層間絶縁膜中の水分並びにガラス基板表面等に付着している水分を除去した。

次いで、搬送装置（可動アーム）を用いて、60℃に加熱されたままのガラス基板を加熱室から冷却室に移送した。そして、乾燥窒素を導入しながら、冷却室内のガラス基板を、ステンレス製冷却板（温度10℃）に30分間接触させて、ガラス基板の温度を室温（25℃）まで低下させた。

その結果、実施例3で得られた有機EL表示装置における有機発光媒体の含水率は0.0009重量%であり、また、実施例1と同様に発光させたところ、発光輝度は300cd/m<sup>2</sup>であり、CIE<sub>x</sub>=0.15, CIE<sub>y</sub>=0.18である青色発光が得られることを確認した。

さらに、得られた有機EL表示装置を、大気中、室温（25℃）条件、および75℃の高温環境条件にそれぞれ2週間放置しても、初期値と比較した発光面積比はそれぞれ0.98および0.97であった。

すなわち、実施例3においても、脱水工程を設けて、有機発光媒体の含水率を所定値以下に脱水処理したことにより、ダークスポットの発生を抑制できることが確認された。

また、実施例3では、加熱室と冷却室とからなる脱水ユニットを使用したため、実施例1では2時間程度要した脱水処理後の基板温度の低下処理を、30分というきわめて迅速に行うことができ、有機EL表示装置を効率的に作成できることも確認された。

#### 〔実施例4〕

実施例1において、第3のユニットにおいて、成膜前に脱水した基板をプラズマ洗浄した以外は、実施例1と同様に、有機EL表示装置を作成し、評価した。

すなわち、プラズマガスとしてアルゴン／酸素を使用し、それぞれのガス流量を200sccm／75sccmとした。また、プラズマ洗浄の際の圧力を1.18Paとし、高周波（13.56MHz）の出力を50Wとし、プラズマ洗浄時間を10分とした。

その結果、実施例4で得られた有機EL表示装置における有機発光媒体の含水率は0.0009重量%であり、また、実施例1と同様に発光させたところ、発光輝度は300cd/m<sup>2</sup>であり、CIE<sub>x</sub>=0.15, CIE<sub>y</sub>=0.18である青色発光が得られることを確認した。

さらに、得られた有機EL表示装置を、大気中、室温（25℃）条件、および75℃の高温環境条件にそれぞれ2週間放置しても、初期値と比較した発光面積比はそれぞれ0.99および0.98であった。

すなわち、実施例4においても、脱水工程を設けて、有機発光媒体の含水率を所定値以下に脱水処理するとともに、成膜前に脱水した基板をプラズマ洗浄することにより、ダークスポットの発生をさらに効果的に抑制できることが確認された。

#### 産業上の利用性

以上、本発明の有機EL表示装置の製造装置によれば、基板等を積極的に脱水処理する第2のユニットを設けることにより、有機発光媒体における含水率を低下させる、より具体的には、0.05重量%以下の値とした有機EL表示装置を効率的に得られるようになった。したがって、室温条件はもちろんのこと、高温環境下で長時間駆動したとしても、無発光領域であるダークスポットの発生を効果的に抑制できるようになった。

また、本発明の有機EL表示装置の製造装置によれば、搬入口としての第1のユニットを介して、脱水処理する第2のユニットと、成膜工程を実施する第3のユニットとを接続することにより、使い勝手や、生産効率が向上するようになった。

さらに、本発明の有機EL表示装置の製造装置によれば、成膜工程を実施する第3のユニットとに複数の蒸着源を有する蒸着装置を用いたり、あるいは、脱水処理する第2のユニットと、封止工程を実施する第4のユニットとを共用することにより、有機EL表示装置を小型化することが容易となった。

また、本発明の有機EL表示装置の製造方法によれば、基板等を脱水処理する第2の工程を設けることにより、高温環境下で長時間駆動したとしても、ダークスポット等の発生が抑制できる有機EL表示装置を効率的に得られるようになった。

したがって、耐久性に優れた2～30型（インチ）の有機EL表示装置が効率的に得られるため、小型表示携帯端末装置（携帯電話）、車載用表示装置、インストルメントパネル装置、カーナビゲーター装置、ノート型パーソナルコンピュ

ーター、壁掛テレビ等の民生用表示機器や、オフィスオートメーション表示装置、ファクトリーオートメーション表示装置、計装装置用モニター等の産業用表示機器に広く使用することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 支持基板上に、少なくとも下部電極と、有機発光媒体と、上部電極とを有するとともに、周囲が封止用部材により封止された有機EL表示装置を製造するための製造装置において、

前記支持基板を搬入するための第1のユニットと、

前記有機発光媒体の形成前に少なくとも支持基板を加熱して脱水処理を行うための第2のユニットと、

前記有機発光媒体および上部電極を形成するための第3のユニットと、

前記封止用部材により周囲を封止するための第4のユニットと、

を備えるとともに、

各ユニットの間に搬送装置が設けてあること、

を特徴とする有機EL表示装置の製造装置。

2. 前記第2のユニットと、第3のユニットとの間に、前記第1のユニットが設けてあることを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。

3. 前記第2のユニットが、加熱室と、冷却室とから構成してあることを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。

4. 前記第2のユニットに、不活性ガスの循環装置、減圧装置および冷却装置の少なくとも一つが設けてあることを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。

5. 前記第1のユニットに、不活性ガスの循環装置、減圧装置および冷却装置の少なくとも一つが設けてあることを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。

6. 前記第1のユニットに、前記第4のユニットが接続してあることを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。



7. 前記第2のユニットと、前記第4のユニットとを共用することを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。

8. 前記第3のユニットが、複数試料を同時蒸着または逐次蒸着するための複数の蒸着源を有する真空蒸着装置であることを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。

9. 前記第3のユニットが、バッファ室と、真空蒸着装置と、スパッタ装置とを含むことを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。

10. 前記第3のユニットが、さらにプラズマ洗浄装置を含むことを特徴とする請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置。

11. 請求項1に記載の有機EL表示装置の製造装置を用いた製造方法において、

第1のユニットに、支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を第2のユニットから第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止すること、

を特徴とする有機EL表示装置の製造方法。

12. 請求項11に記載の有機EL表示装置の製造方法において、前記第2のユニットが、加熱室と、冷却室とを含んでなり、当該加熱室において、前記支持

基板を加熱して脱水処理を行うとともに、当該冷却室において、脱水処理した支持基板を冷却することを特徴とする有機EL表示装置の製造方法。

13. 請求項2に記載の有機EL表示装置の製造装置を用いた製造方法において、

第1のユニットに支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を、第2のユニットから第1のユニットを介して、第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止すること、

を特徴とする有機EL表示装置の製造方法。

14. 請求項6に記載の製造装置を用いた有機EL表示装置の製造方法において、

第1のユニットに支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を第2のユニットから第1のユニットを介して、第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第1のユニットを介して、第4のユニットに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止すること、

を特徴とする有機EL表示装置の製造方法。

15. 請求項7に記載の有機EL表示装置の製造装置を用いた製造方法において、

第1のユニットに支持基板を搬入し、

搬送装置を用いて、搬入された支持基板を第1のユニットから第2のユニットに移送し、

第2のユニットにおいて、移送された支持基板を加熱して脱水処理を行い、

搬送装置を用いて、脱水処理された支持基板を第2のユニットから第3のユニットに移送し、

第3のユニットにおいて、有機発光媒体および上部電極を形成し、

搬送装置を用いて、有機発光媒体および上部電極を形成した支持基板を第3のユニットから第1のユニットを介して、第2のユニットと共用の第4のユニットとに移送し、

第4のユニットにおいて、周囲を封止用部材により封止すること、

を特徴とする有機EL表示装置の製造方法。

16. 請求項11に記載の有機EL表示装置の製造方法において、前記第2のユニットにおいて脱水処理された支持基板を、第1のユニットに移送して冷却した後、前記第3のユニットに移送することを特徴とする有機EL表示装置の製造方法。

17. 請求項11に記載の有機EL表示装置の製造方法において、前記第3のユニットにおいて有機発光媒体を形成した後、当該有機発光媒体が形成された支持基板を第2のユニットに移送して脱水処理した後、再び第3のユニットに移送して、前記上部電極を形成することを特徴とする有機EL表示装置の製造方法。

18. 請求項11に記載の有機EL表示装置の製造方法において、前記封止用部材により封止した後の有機発光媒体の含水率を0.05重量%以下の値とすることを特徴とする有機EL表示装置の製造方法。

## 要 約 書

高温環境下においても長時間にわたってダークスポットの発生を抑制することができる有機EL表示装置が得られる製造装置および製造方法を提供する。

そのため、有機EL表示装置の製造装置において、支持基板を搬入するための第1のユニットと、有機発光媒体の形成前に少なくとも支持基板を加熱して脱水処理を行うための第2のユニットと、有機発光媒体および上部電極を形成するための第3のユニットと、封止用部材により周囲を封止するための第4のユニットと、を備え、第2のユニットと第3のユニットとの間に、第1のユニットを設け、かつ、当該第1のユニットに第1の搬送装置を設けるとともに、第3のユニットと第4のユニットとの間に、第2の搬送装置を設ける。